Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. F. Haffner

Zur pharmakologischen Grundwirkung der ätherischen Oele

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Helene Kircher
aus Heilbronn

1938

Buchdruckerei Bölzle, Tübingen, Marktgasse 10

Dekan: Prof. Dr. Usadel

Berichterstatter: Prof. Dr. F. Haffner

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsübersicht.

Einleitung 5

I. Chemisches 5

1. Vorkommen 5

2. Physikalische und chemische Eigenschaften 9

II. Biologische Eigenschaften 16

1. Wirkungen auf Eiweißkörper und Fermente 16

2. Wirkungen auf Pilze, Hefe und Bakterien 17

3. Wirkungen auf Darm-Parasiten 19

4. Wirkungen auf Pflanzen 20

5. Wirkung auf niedere Tiere 20

6. Wirkung auf Insekten 21

7. Wirkung auf Blutkörperchen 21

8. Wirkung auf Flimmerepithel 23

9. Wirkungen auf isolierte Organe 24

10. Lokale Wirkungen am lebenden Tier 25

a) Wirkungen auf die äußere Haut 25

b) Wirkungen auf die Schleimhäute 26

c) Lokale Wirkung auf entzündliche Prozesse 30

d) Lokale Wirkungen bei Injektionen ins Gewebe 31

11. Allgemeinwirkungen der ätherischen Oele 32

a) Wirkung auf das Blut 33

b) Andere Allgemeinwirkungen 34

12. Veränderung der ätherischen Oele im Körper und ihre Ausscheidung 38

Anhang: Tabelle (7) der therapeutischen Anwendung der ätherischen Oele 43

Lebenslauf 45

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549601_0150

Die ätherischen Oele sind Gemische aromatischer Substanzen pflanzlichen Ursprungs, die aus den Pflanzenteilen mittels Wasserdampfdestillation gewonnen werden. Drogen, die ätherische Oele enthalten, sind seit Urzeiten in der Medizin und vor allem auch als Volksmittel viel benützt worden, innerlich bei Erkrankungen der Luftwege, als Magen- und Darmmittel, als Wurmmittel, zur Anregung der Harn- und Schweißabsonderung, äußerlich als Hautreizmittel, zur Wundbehandlung, schließlich als Läusemittel. Anstelle der Drogen und ihrer galenischen Zubereitungen werden in der neueren Zeit auch die ätherischen Oele selbst in gleicher Weise verwendet. Sie haben injiziert auch Anwendung bei der sogenannten Reiztherapie gefunden. Außer ihrer Verwendung zum Zwecke einer bestimmten therapeutischen Einwirkung besitzen sie auch erhebliche Bedeutung als Geschmacks- und Geruchskorrigentien. Die Geruchswirkung hat den ätherischen Oelen ihre in wirtschaftlicher Beziehung die medizinische Verwendung weit überragende Stellung in der Parfümerie verschafft. Endlich haben sie auch wegen ihrer Giftwirkung (Abortiva!) toxikologische Bedeutung. Man hat sich bereits vielfach bemüht, die Wirkungen der ätherischen Oele und ihrer Einzelbestandteile im Experiment genauer festzustellen und hat dabei auch eine Reihe von Wirkungen gefunden, ohne daß es aber bis jetzt zu einer vollen Klärung gekommen wäre, inwieweit die experimentell nachweisbaren Wirkungen als Grundlage für die therapeutische Anwendung brauchbar sind. Im Folgenden soll versucht werden, durch eine Besprechung der heute vorliegenden experimentellen Ergebnisse einen Beitrag zu dieser Klärung zu liefern. Im Handbuch der experimentellen Pharmakologie von Heffter sind wohl im Kapitel von A. Ellinger: Aromatische Kohlenwasserstoffe usw. und von R. Gottlieb: Die Kamphergruppe, die pharmakologischen Wirkungen einzelner auch in ätherischen Oelen vorkommender Reinsubstanzen behandelt. Eine geschlossene Darstellung der Pharmakologie der ätherischen Oele gibt es jedoch bisher nur lehrbuchmäßig, ohne eingehende Aufführung der Literatur.

I. Chemisches.

1. Vorkommen.

Die ätherischen Oele finden sich in der ganzen Pflanzenwelt verbreitet. Über die biologische Bedeutung der ätherischen Oele für die Pflan-

zen handelt eine ausführliche Arbeit von Detto[1]). Vgl. dazu auch die Ausführungen von A. Seybold[2]) über die Transpirationsbedeutung der ätherischen Oele. Ätherisches Oel haltige Drogen werden vielfach in großen Kulturen angepflanzt (vor allem die Pflanzenfamilien der Labiaten, Cruciferen, Umbelliferen, der Lorbeer-, Myrthen- und Nadelbäume). Auch in Deutschland wachsen zahlreiche Pflanzen, die als Träger ätherischer Oele von Bedeutung sind. Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung dieser

Tabelle 1.

Zusammenstellung der wichtigsten einheimischen ätherisches Oel enthaltenden Drogen.

Allium Ursinum (Bärenlauch): Ol. Allii.
Flores Arnikae (Bergwohlverleih): Ol. Arnikae.
Flores Chamomillae (Kamille): mindestens 0,4% Ol. Chamomillae.
Flores Lavandulae (Lavendel): Ol. Lavandulae.
Flores Tanaceti vulgaris (Rainfarn): Ol. Tanaceti.
Flores Tiliae (Linde): Ol. Tiliae.
Folia Menthae piperitae (Pfefferminze): Ol. Menthae piperitae.
Folia Rosmarini (Rosmarin): Ol. Rosmarini.
Folia Salviae (Salbei): 1,5% Ol. Salviae.
Fructus Carvi (Kümmel): Ol. Carvi.
Fructus Foenikuli (Fenchel): Ol. Foenikuli.
Fructus Juniperi (Wacholder): 0,6—2,6% Ol. Juniperi.
Fructus Lauri (Lorbeer): Ol. Lauri.
Fructus Petroselini (Petersilie): 2—7% Ol. Petroselini.
Herba Ledi palustris (Sumpfporst): 0,3—2% Ol. Ledi palustris.
Herba Absinthii (Wermut): Ol. Absinthii.
Herba Millefolii (Schafgarbe): Ol. Millefolii.
Latschen: Ol. Pini pumilionis
Herba Thymi (Gartenthymian): Ol. Thymi.
Nadelbäume: 15—30% Ol. Therebinthinae.
Radix Angelikae (Engelswurz): Ol. Angelikae.
Radix Asari europaei (Haselwurz): Ol. Asari europaei.
Radix Levistici (Liebstöckel): Ol. Levistici.
Radix Valerianae (Baldrian): Ol. Valerianae.
Rhizoma Calami (Kalmus): Ol. Calami.
Summitates Sabinae (Sadebaum): bis zu 5% Ol. Sabinae.

[1]) C. Detto, Floro 92, S. 147. 1903.
[2]) A. Seybold, Über die Transpirationsbedeutung der ätherisch. Oele, S. 96, 1929

einheimischen Drogen an Hand von O. Gessner[3]: die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Ein und dieselbe Pflanze kann ätherisches Oel verschiedenwertiger Zusammensetzung liefern. Man findet allgemein die Angabe, daß die ätherischen Oele besonders „hochwertig" seien, wenn der Pflanze optimale Wachstumsbedingungen zur Verfügung stehen. Von Bedeutung sind hauptsächlich die Bodenbeschaffenheit, die Luftfeuchtigkeit, die Temperatur und wohl auch die Besonnung. Am häufigsten wird das Oel in den Blüten gefunden, doch können auch Blätter, Stengel oder Wurzeln wertvolle Oele liefern; nur selten sind die ätherischen Oele in allen Teilen der Pflanze vorhanden. Kommt ein Oel in derselben Pflanze in verschiedenen Pflanzenteilen, also z. B. in den Blüten und in den Blättern vor, so sind die beiden Oele meist nicht ganz gleichartig. Das der Blüten gilt meist als das „hochwertigere". Aus den Blüten wird das Oel zum Teil nach außen abgeschieden, während andere Pflanzenteile die Oele speichern (Früchte, Knollen).

Die technische Gewinnung der ätherischen Oele geschah früher auf verschiedenartige Weise: Früchte wurden angestochen und ausgepreßt, der Preßsaft durch Abgießen und Filtrieren von Wasser und Schleim gereinigt und dann der Destillation unterworfen. Bei den Blüten kamen im Wesentlichen folgende zwei Verfahren zur Anwendung (Wasicky[1]):

1. Enfleurage a froid: hiebei wurden Glasplatten mit geruchlosem Fett überzogen und mit den betreffenden Blüten bestreut. Die Platten dann übereinander geschichtet und nach 24—72 Stunden mit frischen Blüten bestreut. Dieser Vorgang wurde ungefähr 30 mal wiederholt. Das auf diese Weise angereicherte Fett, das man Pomade nennt, lieferte durch Extraktion mit Alkohol „Extraits". Aus ihnen werden jetzt durch Vakuumdestillation die ätherischen Oele abgetrennt.
2. Enfleurage a chaud: Es ist das gleiche Verfahren, nur daß das Fett warm verwendet wurde, wobei dann nur ein 10—15maliger Blütenwechsel nötig war.

Heute wird in größeren und kleineren Fabriken zur Gewinnung der ätherischen Oele die Destillation mit Wasserdampf angewandt. Nach dem Handbuch von Tschirch[5]) werden die Pflanzenteile zerkleinert und gespannter Wasserdampf darüber geleitet. Das überdestillierende Gemisch von Wasser- und Oeldampf wird in einem geeigneten Kühler kondensiert, und hernach das Oel vom Wasser in der sogenannten Florentiner Flasche getrennt.

[3]) O. Geßner, Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa, S. 189 ff, 1931.
[4]) R. Wasicky, Physiopharmakologie Bd. I, S. 130 ff, 1929.
[5]) Tschirch, Handbuch der Pharmakognosie Bd. II_2, S. 785 ff, 1917.

Auch die Extraktion der ätherischen Oele mit niedrig siedenden Flüssigkeiten, besonders mit Petroläther, kommt zur Anwendung. Aber sie hat sich nicht so eingebürgert wie das Destillationsverfahren.

Über den durchschnittlichen Gehalt der wichtigsten Pflanzen an ätherischem Oel gibt Tabelle 2 (aus dem Handbuch von Winter[6]) Aufschluß.

Tabelle 2.

Gehalt der wichtigsten Pflanzen an ätherischem Oel

	%		%
Alliumknolle, frisch	0,2	Moschuskörner	0,2
Angelikawurzel, trocken	1	Muskatblüten	10—15
Anis	3	Muskatnuß	8
Arnikablüten	0,04	Nelkenblüten	19
Basilikum, frisch	0,05	Patschouli	1,5—4
Basilikum, trocken	1,5	Pfeffer	2
Campherblätter	2	Pfefferminze	1,5
Campherholz	4	Raute	0,1
Cascarill	1,5—2	Rose	0,04
Cedernholz	3,5	Rosmarin	2
Citronell	0,5	Sandelholz	4
Cypressen	1	Sandelholz, Westindien	2,7
Estragon	0,5	Sassafras	3
Eukalyptus	3	Sternanis	5
Fenchel	4—5	Thymian	1,6
Fichtennadel	6—15	Zimtblätter	1,8
Galangawurzel	0,75	Zimtrinde	0,9—1,2
Geranium	0,2	Zimtrinde, chin. Cassaiaöl	0,6
Guajakholz	6		
Iriswurzel	0,2		
Kalmuswurzel	2,8	Galbeumharz	10—22
Kamillenblüten	0,35	Ladanumharz	0,9
Koriander	0,15—1	Gummiharz von Boswellia Carteri (Weihrauch)	5—9
Kümmel	3,7	Gummiharz von Commiphora Kataf (Opoponax)	6,5
Lavendel	1,5		
Melisse	0,1		

[6]) F. Winter, Handbuch über die gesamte Parfümerie und Kosmetik S. 51, 1932.

	%		auf 1000 Schalen g
Gummiharz von Commiphora		Bergamotte	1000
Myrrha	2—6	Citrone	600
Perubalsam	60—70	Mandarine	400
Styrax	0,5—1	Orange, bitter	300
Tolubalsam	5	Orange, süß	600

2. Physikalische und chemische Eigenschaften.

Die ätherischen Oele sind in frischem Zustand und bei Zimmertemperatur als farblose bis hellgelbe Flüssigkeiten bekannt. Sie sind meist leichter als Wasser und in letzterem nur schwer löslich, leicht dagegen in Alkohol, Chloroform, Äther und Petroläther. Ihr Siedepunkt liegt gewöhnlich über 150°. Trotz dieses hohen Siedepunktes lassen sich die ätherischen Oele mit Wasserdampf destillieren. Im Allgemeinen setzen die ätherischen Oele die Oberflächenspannung des Wassers herab. Dreser[7]) zeigte dies besonders für das Menthol, das die Oberflächenspannung des Wassers auf $^2/_3$ herabsetzt, und für gesättigtes Kampherwasser, dessen Oberflächenspannung nur noch $^3/_4$ des Wassers beträgt.

Beim Stehen und unter Luftzutritt färben sich die ätherischen Oele unter Verharzung gelblichbraun und verdunsten. Mit wenigen Ausnahmen (Asa foetida, Valeriana, Aristolochiaarten) haben sie einen angenehmen Geruch, der ihre Anwendung wesentlich bestimmt. Die Chemie der einzelnen Oele ist noch keineswegs ganz geklärt, doch wurden allmählich eine größere Anzahl von Stoffen festgestellt, die nach Hager[8]) allen Oelen mehr oder weniger gemeinsam sind (Tabelle 3).

Über die Zusammensetzung der medizinisch wichtigsten Oele gibt Tabelle 4 Aufschluß, die soweit sie offizinelle Oele betrifft, auf Grund des Kommentars zum deutschen Arzneibuch 1928 zusammengestellt wurde. Die Zusammensetzung der nicht offizinellen Oele ist auf Grund von Geßner[9]), Winter[10]) und Lehmann[11]) angegeben. Über die zur Parfümerie und Kosmetik geeigneten Oele bringt Winter[12]) ausführliche Angaben.

---

[7]) H. Dreser, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 26, S. 242, 1922.
[8]) Hager, Handbuch der pharm. Praxis Bd. II, S. 499, 1910.
[9]) O. Geßner, loc. cit.
[10]) F. Winter, loc. cit.
[11]) F. A. Lehmann, Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 147, S. 246, 1930.
[12]) F. Winter S. 911.

Tabelle 3.

Zusammenstellung chemischer Bestandteile der ätherischen Oele

(nach Hager).

I. Kohlenwasserstoffe:

1. Aliphatische
   a) Parffine
   b) olefinische Terpene: Myrcen
   c) olefinische Sesquiterpene
2. Hydroaromatische
   a) Terpene: Pinen, Kamphen, Fenchen, Dipenten, Limonen, Terpinen, Phellandren, Sabinen
   b) Sesquiterpene: Cadinen, Caryophyllen, Humulon, Cedren, Kubeben,

II. Alkohole:

1. aliphatische: Methyl-, Aethyl-, Hexyl-, Oktylalkohol
2. Terpenalkohole: Linalool, Geraniol, Citroneloll, Borneol, Terpineol, Menthol, Thujylalkohol
3. Sesquiterpenalkohole: Cedrol, Kubebenkampher, Guajol, Ledumkampher, Patschoulialkohol, Santalol
4. aromatische: Benzyl-, Zimt-, Phenylpropylalkohol

III. Aldehyde:

1. aliphatische: Acet-, Oktyl-, Nonyl-, Decylaldehyd
2. Terpenaldehyde: Citral, Citronellal
3. aromatische: Benz-, Salicyl-, Zimt-, Kumarin-, Anisaldehyd, Vanillin, Heliotropin

IV. Ketone:

1. alliphatische Methylnonylketon, Methylheptenon
2. Terpenketone: Kampher, Fenchon, Carvon, Thujon, Pelegon, Menthon

V. Oxyde: Cineol

VI. Phenole: Thymol, Carvacrol, Eugenol

VII. Phenoläther: Methylchavocol, Anethol, Methyleugenol, Safrol, Apiol, Dillapiol, Asaron, Kresolmethyläther

VIII. Säuren:

1. aliphatische: Essigsäure, Myristinsäure
2. aromatische: Benzoesäure, Zimtsäure

IX. Ester: der unter II genannten Alkohole mit Essigsäure, Capron-, Angelika-, Tiglin-, Benzoe-, Salicyl-, Zimtsäure

X. Laktone: Sedabolid, Cumarin

XI. N-haltige Substanzen: Blausäure, Allylcyanid, Anthranylsäuremethylester

XII. S-haltige Substanzen: Vinylsulfid, Allylsenföl, sekundäres Butylsenföl, Phenyläthylsenföl, Schwefelkohlenstoff

Tabelle 4.

Zusammensetzung der medizinisch wichtigsten Oele

(nach dem Kommentar zum deutschen Arzneibuch 1928, Gessner, Winter, Lehmann).

Ol. Absinthii:	Absinthol-Salviol, Terpene und Sesquiterpene. Absinthiin ein Bitterstoff.
Ol. Allii:	nach Semmler ein Gemisch von höheren ungesättigten Sulfiden.
Ol. Angelikae:	Hauptbestandteil Rechts-Phellandren. Ferner Valeriansäure, Oxypentadecylsäure, ein ungesättigtes Lakton $C_{15}H_{19}O_3$. Der Träger des Geruchs soll an des Lakton der Oxypentadecylsäure gebunden sein.
Ol. Anisi:	80—90 % Anethol, das bei gewöhnlicher Temperatur fest ist, einen intensiv süßen Geschmack und Anisgeruch besitzt. Chemisch ist Anethol der Menthyläther des Parapropenyls oder ein Anisol mit einer in Paradstellung befindlichen Propenylgruppe. Ein nebensächlicher Bestandteil ist das Methylchavikol oder Estragol, dem die süße Komponente fehlt. Anissäure und Anisaldehyd sind nur in geringen Mengen vorhanden.

Ol. Arnikae: Phloroglucinisobutyrat, Dimethylphloroglucin, Thymoläther des Dimethylhydrochinons.

Ol. Asari europaei: Asaron (auch Asarumkampher genannt), Pinen, Eugenol, Methyleugenol.

Ol. Calami: α-Pinen, Camphen. Sesquiterpene: Calamen, Campher, Asaron. Mit letzterem soll der Geruchskörper in genetischem Zusammenhang stehen.

Ol. Carvi: besteht zu 50—60 % aus dem Keton Carvon $C_{10}H_{14}O$, das für den Geruch verantwortlich gemacht werden muß. Als Rechtslimonen wurde das Carven gefunden. Beide Substanzen stehen sich hier sehr nahe: Carven kann durch Sauerstoff in Carvon übergeführt werden.

Ol. Caryophylli: 80—90 % Eugenol als Träger des Geruchs und der wichtigsten Eigenschaften. Durch gelinde Oxydation entsteht aus dem Eugenol das Vanillin. Weitere Bestandteile sind das Caryophyllen und ein noch nicht näher untersuchter Kohlenwasserstoff.

Ol. Chamomillae: enthält im Wesentlichen aliphatische Verbindungen. Die Blaufärbung ist duch Azulen bedingt.

Ol. Cinnamomi: 65—76 % Zimtaldehyd, das einen intensiv süßen Zimtgeschmack hat. Ferner 4—10 % Eugenol.

Ol. Citri: 3,5—5 % Citral und Rechtslimonen bedingen Geruch und Geschmack. Auch Oktyl- und Nonylaldehyd sollen für den Geruch nicht unwesentlich sein. An Terpenen kommt vor: Links-β-Pinen, inaktives und Links-α-Pinen, Links-Camphen, -Phellandren, γ-Terpinen.

Aldehyde: Citral, Oktylaldehyd, Nonylaldehyd, das Keton Methylheptenon, Linalylacetat und Geranylacetat.

Ol. Citronellae: 25—45 % Geraniol $C_{10}H_{18}O$, 25—50 % Citrobellal, die beide für den Geruch verantwortlich zu machen sind. Auch Citronellol soll hiebei eine Rolle spielen. Gehalt an Terpenen: Links-Limonen, Dipenten, Sesquicitronellen.

Alkohole: Eugenol, Methyleugenol.

Aldehyde: Citral, das durch Oxydation aus Geraniol entsteht, Geranylbutyrat und Citronellylcitronat.

Das Ceylon-Zimtöl besteht nur aus 5—10 % Citronellal und 10—15 % Terpenen.

Ol. Eukalypti: 70—80 % Eukalyptol (Cineol), das als Oxyd beständig ist und einen charakteristischen erfrischenden Geruch besitzt.
Terpene: Pinen, Camphen.
Aldehyde: Butylaldehyd, Valeraldehyd, Capronaldehyd.

Ol. Foenikuli: 60 % Anethol $C_{10}H_{12}O$ und Fenchon sind für den Geschmack von Bedeutung.

Terpene: Rechts-α-Pinen, Camphen, Dipenten, Phellandren.

Ol. Juniperi: α-Pinen, Terpinenol $C_{10}H_{17}O$, Cadinen $C_{15}H_{24}$, nur wenig Camphen.

Ol. Lauri: 50 % Cineol und Terpene.

Ol. Lavandulae: wichtigster Bestandteil Linalylazetat.
Tertiärer Alkohol: Links-Linalool.
Terpene: Links-α-Pinen, Caryophyllen.
Alkohole: Geraniol, Rechts-Borneol, Furfuröl, Eukalyptol, $C_{10}H_{18}O$.

Aethylamylaceton.
Säuren: Essig-, Capron-, Butter- und Valeriansäure, die alle an Linalool und an Geraniol gebunden vorkommen.
Der Gehalt an Linalylacetat als Gesamtestermenge bestimmt soll nicht weniger als 30 % betragen.

Das englische Lavendelöl zeigt durch das Cineol einen Campherartigen Geruch. Außerdem enthält es Limonen, Links-Linalool, 5—10 % Tinalacetat und ein unbekanntes Sesquiterpen.

Ol. Ledi palustris: Ledol-Ledumkampher, Ericolin und Arbutin.

Ol. Levistici: Terpineol, Terpene.

Ol. Menthae piperitae: Das Menthol kommt zum größten Teil frei vor. Durch Oxydation desselben entsteht Menthon.

Daneben enthält:

Amerikanisches Pfefferminzöl: inaktives α-Pinen, Phellandren, Links-Limonen, Kadinen, Amylalkohol, Acetaldehyd, Isovaleraldehyd, Pulegon, Eukaptol.

Französisches Pfefferminzöl: Links-α-Pinen, Isoamylalkohol, Isovaleraldehyd, Eukalyptol.

Japanisches Pfefferminzöl: Links-Limonen Neomenthol, ein Oktylalkohol.

Mitchamöl: Phellandren, Isovaleriansäure.

Russisches Pfefferminzöl: inaktives α-Pinen, Links-Limonen, Dipenten, Eukalyptol.

Ol. Millefolii: 10 % Cineol, ein Sesquiterpen, Azulen.

Ol. Myristicae aetherum: α-Pinen, p-Cymol, Rechts-Camphen, Dipenten.

Alkohole: Rechts-Linalool, Rechts-Borneol, Geraniol, α-Terpineol, Eugenol, Isoeugenol, Safrol.

An Myristin, einem flüssigen Phenoläther, ist der Geruch gebunden.

Säuren: Myristinsäure, Buttersäure, Oktylsäure, die mit Ausnahme der Myristinsäure als Ester vorkommen.

Ol. Petroselini: Pinen, Apiol, (Petersilienkampher), Myristin, Phenolderivate, Allyltetramethoxybenzol.

Ol. Pini Pumilionis: Links-α-Pinen, Links-Phellandren, Karen, Kadinen, 3—8 % Bornylacetat.

Ol. Rosae: Geraniol $C_{10}H_{17}OH$ von schwach rosenartigem Geruch. Durch Oxydation dieses primären Alkohols entsteht Citral.

Alkohole: Nerol, Links-Citronellol, Links-Linalool, Phenyläthylalkohol, Eugenol, ein primärer Sesquiterpenalkohol (wahrscheinlich Farnesol).

Diese Alkohole sind meist frei im Oel enthalten.

Aldehyde: Nonylaldehyd, Citral.

Ol. Rosmarini: α-Pinen, Camphen, Cineol, Campher, vielleicht auch Dipenten, 10—15 % Borneol.

Ol. Sabinae: 50 % Sabinol, 25 % Terpene (Sabinen, Cadinen, α-Pinen, a-Terpinen, Polyterpen), wohlriechende Stoffe (Citronellol, Geraniol, n-Decylaldehyd).

Ol. Salviae: Salviol, Cineol, Pinene, Borneol, etwas d-Campher,

Ol. Santali: 90 % Santalol: Gemenge zweier primärer Sesquiterpenalkohole (α- und β-Santalol).
Weitere Bestandteile: Santen, Santenonalkohol, Teresantalol.

Aldehyde: Isovaleraldehyd, Santalol.
Ketone: Santenon, Santalon.
Säuren: Santalsäure (flüssig), Teresantalsäure (fest).

Ol. Tanaceti vulgaris: Tanaceton (d-Thujon), l-Campher und Borneol in kleinen Mengen.

Ol. Therebinthinae: α-Pinen (wichtigster Bestandteil), β-Pinen und ein unbekanntes Sesquiterpen. Durch Oxydation des Pinen entsteht öfter Sobrerol, ein Pinolhydrat.

Edeltannenzapfenöl: Links-Limonen.

Kiefernadelöl: Rechts-α-Pinen, Rechts-Sylvestren, Cadinen, 1—5 % Bornylacetat.

Latschenkiefernöl: Links-α-Pinen, links-Phellandren, Karen, Cadinen, 3—8 % Bornylacetat.

Ol. Thymi: Thymol $C_{10}H_{14}O$, Carvacrol. Letzteres überwiegt in manchen Oelen, es tritt jedoch fast nur in Begleitung des Thymol auf. Ein drittes Phenol, das in dem Oel enthalten sein soll ist noch unbekannt.

Weitere Bestandteile: Cymol, Links-α-Pinen, Linalool, Borneol.

Ol. Valerianae: α-Pinen, Links-Camphen, Dipenten.

Alkohole: Terpineol, Linke-Borneol. Sie kommen beide als Essig- und Isovaleriansäureester vor.

II. Biologische Eigenschaften.

Es werden zunächst die Wirkungen in vitro auf Einzelzellen und isolierte Organe behandelt. Danach sollen die Wirkungen am Gesamtorganismus nach lokalen und resorptiven Wirkungen getrennt besprochen werden; die an den Ausscheidungsorten eintretenden, genau genommen ebenfalls lokalen Wirkungen, werden im Abschnitt der resorptiven Wirkungen mitbehandelt. Zum Schluß werden die Veränderungen der ätherischen Oele im Organismus besprochen werden.*)

1. Wirkungen auf Eiweißkörper und Fermente.

Über den Einfluß der ätherischen Oele auf Eiweißkörper konnten keine Angaben gefunden werden. Es ist zu erwarten, daß sie alle jene Wirkungen zeigen, die oberflächenaktive Substanzen ausüben, in erster Linie also die Sensibilisierung von Eiweißkolloiden gegenüber den verschiedenen Fällungseinwirkungen, für die man eine Wasserverdrängung aus der Oberfläche der Kolloidteilchen durch das sich adsorbierende hydrophobe Oel annimmt. Oele mit phenolartigen Inhaltsstoffen werden mehr oder weniger stark die bekannte Phenolwirkung auf Eiweißkörper besitzen (vgl. dazu Heffter, Handbuch der gesamten Pharmakologie Bd. I und Weiß, Diss., Tübingen).

Auch über den Einfluß der ätherischen Oele auf Fermente liegen keine speziellen Angaben vor. Dagegen sind auch hier die Reinsubstanzen Phenol und Thymol näher untersucht. Enzymatische Prozesse erfahren durch Phenol eine Hemmung, werden bei höherer Konzentration sogar völlig unterdrückt. Künstlicher Magensaft ließ z. B. Fibrin unverändert, wenn er mit Phenol gesättigt war. Bei Halbsättigung wurde Fibrin noch angegriffen, aber in 12 Stunden nur unvollständig verdaut (Buchholz, Crookes, Zapolsky, Plugge[13]). Nach Kaufmann[14]) setzt auch Thymol die Fermente in ihrer physiologischen Wertigkeit herab und schwächt sie in der Intensität ihrer Wirkungsweise. Thymol beeinflußt Speicheldiastase und Trypsin, während Hefemaltase und die Pepsinwirkung nicht geschädigt werden soll (nach Kaufmann, Schlesinger, Pug-

*) Anhangsweise sind in einer Tabelle (7) die auf Grund experimenteller Feststellungen mehr oder weniger begründeten therapeutischen Verwendungsmöglichkeiten der ätherischen Oele zusammengestellt.

[13]) Buchholz, Crookes, Zapolsky, Plugge, cit. nach Ellinger im Handbuch der ges. Pharmakol. von Heffter Bd. I, S. 893, 1923.

[14]) R. Kaufmann, Zeitschr. f. physiol. Chemie 39, S. 434 ff, 1903.

liese, E. Fischer, L. Lewin[15]). Nach Wimmer[16]) und Friedemann[17]) bewirkt eine 0,2—0,3%ige Piperonallösung eine Hemmung der Pepsin- und Pancreaswirkung. Weniger stark wirken Thymol und Phenol.

2. Wirkungen auf Pilze, Hefe und Bakterien.

Schimmelpilze werden nach Bokorny[18]) durch folgende Substanzen in ihrem Wachstum gehemmt:

Kampher	in einer Konzentration von 1 : 1000
Salicylaldehyd	in einer Konzentration von 1 : 15000
Terpentinöl	in einer Konzentration von 1 : 50000

Menthol, Borneol, Carvon in gesättigten Lösungen. Salicylaldehyd hat nach Salkowski[19]) starke antiseptische Eigenschaften. Nach Versuchen von Bernacki[20]) hebt Thymol in einer Lösung von 1 : 3000 Hefegärung auf, während eine 0,5%ige Lösung von Phenol auf Hefezellen fast ohne jeden Einfluß bleiben, eine 0,7%ige dagegen die Hefezellen in 5 Stunden beinahe alle zerstören soll (nach Herzog und Betzer[21]).

Über die desinfektorische Wirkung der ätherischen Oele auf Bakterien liegen verschiedene Angaben vor. Im Buch von Wasicky findet sich eine Tabelle von L. Cavel[22]) über die Konzentrationen einiger Oele, die Wachstum von Mikroben auf Fleischbouillon verhindern (Tab. 5). Staphylokokken werden durch die in Tabelle 6 genannten ätherischen Oele (nach Schneider[23]) abgetötet.

Die Entwicklung von Eiterkokken verhindert Thymol in einer Lösung von 1 : 3000, wogegen eine Kampherlösung von 1 : 600 nur hemmend wirkt (nach Schneider[24]).

Kampher zeigt gegen Pneumokokken ein ganz verschiedenes Verhalten, weshalb man die Pneumokokken in kampherfeste, kampherhalbfeste und kampherempfindliche Stämme eingeteilt hat (nach Gottlieb[25]).

---

[15]) cit. nach Hefter, Handb. der Pharmakolog. S. 928.
[16]) Wimmer, Weitere exp. Untersuchungen über das Piperonal. Inaug.-Diss. Berlin 1887.
[17]) Friedemann, Pharmakol. Untersuchungen über die Piperinsäure und das Piperonal. Inaug.-Diss. Berlin 1893.
[18]) Bokorny, Archiv f. die ges. Physiol. 73, S. 555, 1898.
[19]) E. Salkowski, Zentralblatt f. med. Wissenschaften 25, S. 961 ff, 1887.
[20]) Bernacki S. 928,
[21]) R. O. Herzog, R. Betzel, Zeitschr. f. physiol. Chemie 74, S. 231 ff, 1911
[22]) L. Cavel, cit. n. Wasicky.
[23]) Schneider, cit. n. Handb. der Pharmakolog. von Heffter I, S. 894.
[24]) Schneider vgl. Nr. 23.
[25]) R. Gottlieb, im Handbuch der ges. Pharmakol. von Heffter Bd. I, S. 1151, 1923

Tabelle 5.

Konzentration einiger ätherischer Oele,

durch die das Wachstum von Mikroben auf Fleischbouillon verhindert wird (nach L. Cavel).

Aetherisches Oel von	‰
Thymian	0,7
Origanum, Verbena, chines. Zimt	1—2
Eukalyptum, Pfefferminze, Geranium Vetiver, Bittermandel, Gaultheria	2—3
Indisches Geranium, Spiraea, Lavendula, Sternanis Iris, Serpyllum, Zeylonzimt	3—4
Betula, Anis, Senföl, Rosmarin, Neroli, Cuminum, Lavendel	4—5
Melisse, Ylang, Wacholder	5—6
Fenchel, Reseda, Knoblauch, Zitrone	6—7
Kajeput, Sassafras, Heliotrop	7—8
Cadro, Terpentin, Petersilie, Veilchen	8—9
Kampher, Angelika	10

Tabelle 6.

Staphylokokken werden durch folgende aromatische Stoffe abgetötet (nach Schneider).

Aetherische Oele	%		Zeit (Minuten)
Thymol	1	in	2
Phenol	1,5	„	5
Senföl	1	„	6
Phenol	1,25	„	10
Zimtöl	1	„	20
Phenol	1	„	20—25
Salicylaldehyd	1	„	35
Salicylsäuremethylester	1	„	45
Terpentinöl	1	„	350
Eukalyptusöl	1	„	360
Sandelöl	1	„	mehr
Kampheröl	1	„	als 420

Die Entwicklung von Typhusbazillen wird durch eine Kampherlösung von 1 : 700 gehemmt, während eine Phenollösung von 1 : 7000 die Typhusbazillen in 15 Minuten vernichtet. Die Wirkung von Benzaldehyd soll nach Cooper[26]) gegenüber Typhusbazillen 10 mal so stark sein wie die des Phenols.

Eine Kampherlösung von 1: 30 000 hemmt die Diphteriebazillen in ihrer Entwicklung wogegen eine Phenollösung von 1 : 5 000 dieselben in 15 Minuten abtötet. Die Kolibazillen gehen in einer Phenollösung von 1 : 8 000 zugrunde, wogegen hier Kampher nur geringe antiseptische Kraft zeigt.

F. A. Lehmann[27]) berichtet über die entwicklungshemmende Kraft von Allium in einer Konzentration von 1 : 50 000 auf den Bazillus Proteus.

Auch Joachimoglu[28]) bestätigt die starke entwicklungshemmende Kraft des Kamphers. Abtötende Kraft hat Kampher jedoch nur bei sehr langer Einwirkungsdauer, so daß seine desinfektorische Anwendung nicht in Frage kommt. Demgegenüber fand Joachimoglu[29]) bei Phenol ausgesprochen abtötende Wirkung, so z. B. in der Verdünnung von 1 : 8 000 für Bakterium Koli. Thymol vereinige beide Eigenschaften in sich. Die tötende Wirkung soll nach E. W. Schmidt[30]) allerdings nur bei Bakterien, die sich in einem schlechten Ernährungszustand befinden, zutage treten, während R. Kaufmann[31]) darauf hinweist, daß diese Wirkung nur bei Anwesenheit von wenig Bakterien in Erscheinung tritt. Bakterien in Reinkulturen sollen in ihrer Lebensfähigkeit nur geschwächt werden.

3. Wirkungen auf Darmparasiten.

Eine Eigenschaft einiger ätherischer Oele ist auch die Einwirkung auf Anthelminthen. Gewöhnlich werden die Parasiten (durch den starken Duft der Oele?) nur in die unteren Darmabschnitte getrieben und dann entleert; nur wenige Oele scheinen direkt auf die Lebensfähigkeit der Tiere einzuwirken.

---

[26]) E. A. Cooper S. 1017.
[27]) F. A. Lehmann S. 245 ff.
[28]) G. Joachimoglu, Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 80, S. 1 ff, 1917.
[29]) G. Joachimoglu loc. cit.
[30]) E. W. Schmidt, Zeitschr. f. physiol. Chemie 67, S. 431, 1910.
[31]) R. Kaufmann, Zeitschr. f. physiol. Chemie 39, S. 434, 1903.

Gegen Anchylostomum duodenale und gegen den Bandwurm gelangte Thymol mit Erfolg zur Anwendung. Aber es wurden unangenehme Nebenwirkungen in Form von Exanthemen, Erbrechen, Leibschmerzen, vorübergehende Albuminurie, leichte Kollapserscheinungen festgestellt. Da bei einem anämischen Patienten nach Verabreichung von 6 g Thymol der Exitus eintrat, wird jetzt nach großen Dosen gleichzeitig Oleum Rizini gegeben, um den Aufenthalt des ätherischen Oeles im Darm abzukürzen (Poulsson)[32].

4. Wirkungen auf Pflanzen.

Über die Einwirkung von außen zugeführter ätherischer Oele auf Pflanzen haben wir keine Angaben finden können. Bei einem eigenen orientierenden Versuch, bei dem ein Pelargonienstock unter einer Glasglocke der Einwirkung von Terpentinöldämpfen (5 ccm auf einem Bogen Filtrierpapier, der an der Glasglocke angelegt war) etwa einen Tag lang ausgesetzt war, zeigten sich schon nach 2 Stunden Ablassung der Blütenblätter, nach 16 Stunden waren die Knospen und Blätter blaugrau verfärbt, die Blütenblätter durchsichtig und die Blüten vom Rand her gelbbraun verfärbt. Die Pflanze erholte sich nicht wieder.

Über die giftige Wirkung von Benzaldehyddampf bei Inokulationsversuchen und gegen höhere Pflanzen (Mais, Bohnen) berichtet A. Ellinger[33]. Bei Züchtungsversuchen von höheren Pflanzen in Nährlösungen wirkt Salicylaldehyd schon in einer Konzentration von 1 : 100 000 schädlich, in einer Lösung von 1 : 10 000 tödlich (nach Skinner[34]). True und Hunkel[35] untersuchten die Wirkung von Phenol und Anisol auf die Wurzeln von Lupinenkeimlingen. Die Grenzkonzentration bei der diese am Leben blieben und wuchsen, beträgt $^1/_{400}$ Mol pro Liter Wasser, bei $^1/_{400}$—$^1/_{800}$ Mol für Phenol.

5. Wirkung auf niedere Tiere.

Paramaecien und Infusorien „zerfließen", wenn man einen Flüssigkeitstropfen mit Thymolwasserzusatz mit ihnen in Berührung bringt. Dieselbe Wirkung hat eine Phenollösung von 1 : 1000 nach einer Berührungszeit von 8—10 Minuten, während eine Lösung von 1 : 500 sofortige Wirk-

[32]) Poulsson, Lehrbuch der Pharmakologie, S. 239, 1937.
[33]) A. Ellinger S. 1017.
[34]) Skinner S. 1018.
[35]) R. H. True, O. G. Hunkel, Botan. Zentralbl. 76, S. 289, 321, 361, 391; 1898.

samkeit zeigt (nach Plugge[36]). Dieselbe Wirkung besitzt auch Oleum Allii, durch welches das Paramaecium caudatum in einer Konzentration von 1 : 100 000 abgetötet wird. Gegenüber einzelligen Organismen geht nach Schwalb[37]) die Wirkungsstärke einiger Terpenketone z. B. Kampher parallel der Erniedrigung, welche die Oberflächenspannung des Wassers durch sie erfährt.

6. Wirkung auf Insekten.

Bei der Bekämpfung von Insektenschädlingen spielen ätherische Oele, vor allem Anisöl schon seit längerer Zeit eine wichtige Rolle.

Gegen Kleiderläuse kommen viele ätherische Oele zur Anwendung, doch sind die meisten davon läuse-vertreibende und nicht läuse-tötende Mittel. Diese letzte Eigenschaft besitzen Eugenol, Safrol und Anisöl. Nach Fränkel[38]) ist die Wirkung bei Safrol am sichersten, doch wird in der Praxis fast nur das Anisöl verwendet, da es für den Menschen am angenehmsten und am unschädlichsten ist. Nach Küchenmeister[39]) werden durch Anethol Läuse und Krätzmilben in 10 Minuten abgetötet, während Heymann[40]) mit Anisöl keine tötende Wirkung feststellen konnte. Die Wirkung bringt er in Zusammenhang mit der großen Lipoidlöslichkeit des Anisoeles. Fränkel[41]) denkt offenbar eher an einen Zusammenhang mit der chemischen Konstitution. Das wirksame Prinzip von Eugenol, Safrol und Anethol sei eine Propenyl- bezw. Allylkette, also eine Seitenkette mit einer Doppelbindung, die allen drei Substanzen eigen ist. Dem Safrol nach zu urteilen, das eine Allylkette besitzt, ist diese wirksamer als die Propenylkette.

7. Wirkung auf Blutkörperchen.

a. Rote Blutkörperchen:

An den roten Blutkörperchen sind in vitro zwei Arten der Wirkungen beobachtet worden, eine hämolytische und eine Methämoglobin-bildende. Die hämolytische Wirkung ist im Ganzen nur schwach und tritt relativ langsam ein und ist außerdem bei den verschiedenen Oelen sehr verschieden

[36]) P, C. Plugge S. 894.
[37]) H. Schwalb, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 70, S. 71, 1912.
[38]) S. Fränkel, Wiener klin. Wochenschr. 28, S. 313, 1915.
[39]) Küchenmeister S. 957.
[40]) Heymann, Zeitschr. f. Hygiene und Infektionserkrankungen 80, S. 299, 1915.
[41]) Fränkel loc. cit.

stark ausgeprägt. Stirner[42]) hat in seiner Dissertation einige Angaben darüber gemacht. Über die hämolytische Wirkung einiger Reinsubstanzen liegen eine größere Anzahl von Versuchen vor. Marchand[43]) berichtet nach einer Wiedergabe von Küssner über die Wirkung beim Thymol, das aber nur in vitro hämolysiert. Ishizaka[44]) beschreibt die hämolytische Wirkung der Kamphergruppe gegenüber Hammelblutkörperchen. Die Wirkung verschiedener Glieder der Reihe nimmt mit abnehmender Wasserlöslichkeit zu. Über die Phenolwirkung berichten mehrere Autoren: Zugabe einer 1%igen Phenollösung bewirkt gleichfalls Hämolyse: die Erythrocyten werden aufgetrieben, es bilden sich Vakuolen, die Leukocyten verlieren ihre Beweglichkeit und das Protoplasma löst sich in verschieden geformte Gebilde auf. Ein 5%iger Phenolzusatz führt zu rapidem Zellverfall (nach Bill, Huels, Frankenburger, Rosenberger[45]). Eingehend ist die Phenolwirkung auf Blutkörperchen in der Dissertation von Weiss behandelt. Nach H. Schwalb[46]) und N. Ishizaka[47]) nimmt die Fähigkeit, Hämolyse zu bewirken, bei den flüssigen Terpenen mit abnehmender Wasserlöslichkeit zu, wobei das Auftreten einer Brückenbildung die hämolytische Wirkung wieder herabsetzt (Kampher, Borneol).

Auch über die Methämoglobinbildung durch ätherische Oele werden von Stirner[48]) einige Angaben gemacht. Eingehend hat sich auch Dessemontet[49]) mit dieser Erscheinung beschäftigt. Nach seinen Versuchen bildet Linalool das meiste Methämoglobin, dann folgen die Carvene und Pinene. Die folgenden Substanzen bilden in vitro innerhalb von 24 Stunden Methämoglobin:

Nelkenöl	Gewürzöle
Eugenol	Eukalyptusöl
Cineol	Orangenöl
Carvene	Kümmelöl
Carvone	Korianderöl

[42]) E. Stirner, Zur Wirkung methaemoglobinbildender Substanzen. Diss. Tübingen 1935.
[43]) Marchand, cit. nach Küßner, Ueber die physiol. und therapeut. Wirkungen des Thymols, Habilitationsschrift, Halle 1878.
[44]) N. Ishizaka, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 75, S. 194, 1914.
[45]) Bill, Huels, Frankenberger, Rosenberger S. 906.
[46]) H. Schwalb, loc. cit.
[47]) N. Ishizaka, loc. cit.
[48]) E. Stirner, loc. cit.
[49]) E. Dessemontet, Journ. of. Pharmacol. a. exp. Therap. Bd. 31, Nr. 5, S. 377, 1927.

Bergamotteöl	Linalool
Zimtöl	Wacholderöl
Penene	Anisöl
Mußkatnußöl	Fenchelöl
Anisol	Anethol
Jngweröl	Vanillin
Safrol	Terpentinöl
Isosafrol	

während nachstehende Substanzen in der gleichen Zeit kein Methämoglobin bilden:

Menthol	Thymol
Pfefferminzöl	Methylsalicylat
Kampher	

Es soll jedoch in vivo bei intraperitonealer Injektion kein Methämoglobin gebildet werden. Die Fähigkeit der Methämoglobinbildung hängt nach Dessemontet[50] offenbar von der Anwesenheit offener Methylengruppen ab, denn Alkohole und Kampher bilden kein Methämoglobin.

b) Weiße Blutkörperchen:

An weißen Blutkörperchen in vitro scheinen nur von Hamburger[51]) Untersuchungen vorzuliegen. Er fand, daß gesättigte Kampherlösungen die Phagocytose vollkommen lähmen, während eine 100—500-fache Verdünnung fördernd wirkt. Die konzentrierten Lösungen vernichten aber die phogocytäre Fähigkeit nicht, sondern lähmen sie nur, denn durch Zusatz einer Chlorcalciumlösung kann die Phagocytose wieder hergestellt werden. Genau so verhält es sich mit Terpentinöl-Lösungen, die bis zu einer Konzentration von 1 : 25 000 lähmen, während bis 1 : 100 000-fache Verdünnungen die Phagocytose fördern.

8. Wirkung auf Flimmerepithel.

Die Einwirkung der ätherischen Oele auf das Flimmerepithel interessiert vor allem auch mit Rücksicht auf ihre umfangreiche Anwendung in der Inhalationstherapie. Experimentell haben sich damit hauptsächlich

[50]) E. Dessemontet, loc. cit.
[51]) Hamburger, Chem. und physiol. Untersuchungen über Leukocyten, Wiesbaden 1912, S. 155.

Kochmann[52]) und Evers[53]) beschäftigt, die jedoch zu keinem übereinstimmenden Ergebnis gekommen sind (vgl. dazu auch Heide, Diss. Tübingen). Kochmann[52]) sah nach Anwendung von Terpentin- und Anisöl eine bis 100%ige Beschleunigung der Flimmerbewegung, während er eine Verlangsamung nicht einmal mit einer gesättigten wässrigen Lösung feststellen konnte. Dagegen fand in neueren Untersuchungen Evers[53] daß stärkere Konzentrationen nur eine kurze Anfangsbeschleunigung erteilten, dann aber weiterhin bis herab zu einer Konzentration von 1 : 100 hemmend wirkten. Diese Wirkung ist reversibel. Die Reversibilität sinkt mit steigender Konzentration. Auch Wübken[54]) fand (nach Evers) bei seinen Versuchen nach 20—30 Minuten Einwirkungsdauer eine hemmende Wirkung bis zum völligen Stillstand der Flimmerbewegung.

Welchen Einfluß die ätherischen Oele bei ihrer praktischen Verwendung auf die Flimmerzellen ausüben, ist danach schwer zu sagen. Ihr günstiger Einfluß bei der Inhalationstherapie beruht wahrscheinlich zum Teil auf ihrer antiseptischen Eigenschaft, in der Hauptsache aber auf ihrer Gefäßwirkung, auf die wir in einem späteren Abschnitt zurückkommen werden. Außerdem muß vielleicht auch ihre Fähigkeit, die Oberflächenspannung herabzusetzen, berücksichtigt werden.

9. Wirkungen auf isolierte Organe.

Die Einwirkungen der ätherischen Oele bezw. deren Grundstoffe auf isolierte Organe sind nur sehr spärlich bekannt.

Nach Gies[55]) ist die quergestreifte Muskulatur bei Behandlung mit Phenol in ihrer Erregbarkeit für direkte Reizung mit dem Induktionsstrom herabgesetzt. Ebenso leidet die Arbeitsleistung des Gastroknemius. Am überlebenden Uterus bewirken nach Winter[55]) Phenollösungen von $^1/_{40\,000}$ Mol. an Herabsetzung des Tonus und Einschränkung der automatischen Funktionen, bei einer Lösung von $^1/_{7000}$ Mol. hören die Uterusbewegungen auf, dagegen spricht der Uterus auf Tonus-steigernde Substanzen noch an.

Thymol hemmt in einer Konzentration von 1 : 5000 die Pendelbewegungen des Darmes, und wirkt auf den Dünndarm von Hund, Katze und Kaninchen erschlaffend (Muirhead, Gerald[56]).

[52]) Kochmann, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 150, S. 35, 1930.
[53]) A. Evers, Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 42, S. 185, 1932.
[54]) Wübken, S. 210.
[55]) Gies, Winter S. 906 ff.
[56]) Muirhead, Gerald S. 930.

Nach einer Injektion von 2—3 ccm 0,6%igem Gujakol in eine Darmschlinge fand Ellinger[57]) starke Peristaltik im oberen Teil des Jejunums. Zugleich beobachtete er Uteruskontraktionen.

Kampher lähmt, wie schon erwähnt, die glatte Muskulatur des Darmes. Der Vorgang ist reversibel. Stroß und Wichowski[58]) stellten durch Versuche an der Maus eine Erregung des Uterus durch Kampherwasser fest.

10. Lokale Wirkungen am lebenden Tier.

Alle ätherischen Oele lösen in genügender Dosis lokal appliziert „Reizerscheinungen" aus, die sich in nicht zu hohen Konzentrationen auf die Endigungen sensorischer und sensibler Nerven beschränken, bei stärkerer Konzentration dagegen alle Grade einer Entzündung hervorrufen. In verschiedenen Abstufungen dieser Eigenschaft beruht in erster Linie die vielseitige Anwendung ätherischer Oele in der Therapie, wobei sich für die verschiedenen Indikationen die Anwendung bestimmter Gruppen herausgebildet hat. Diese Reizwirkungen liegen wohl in der Hauptsache zugrunde: ihrer Anwendung als Geruchs- und Geschmackskorrigentien, als Stomachika, Mittel für die Mundpflege, Carminativa, Cholagoga, Exspektorantien, Diuretica, Emmenagoga, Diaphoretica, als Hautreizmittel und Injektionen zur unspezifischen Therapie (vgl. Tabelle 7 über die therapeutische Verwendung der ätherischen Oele). Die entzündungsmachende Wirkung spielt auch in der Toxikologie der ätherischen Oele eine Hauptrolle und tritt hier teils als mehr oder weniger stark akute oder chronische Entzündung der Haut oder Schleimhäute, außerdem nach innerlicher Aufnahme großer Dosen als Nierenreizung bei einigen Oelen besonders ausgesprochen auch in einer Abortivwirkung auf.

Neben diesen als Folgen sensibler oder entzündlicher Reize anzusprechenden lokalen Wirkungen besitzen einige Oele in niederen Konzentrationen auch noch gewisse spezifische Wirkungen, z. B. das Menthol eine kühlende, das Kamillenöl eine entzündungswidrige Wirkung.

a) Wirkungen auf die äußere Haut.

Die Wirksamkeit der ätherischen Oele auf der äußeren Haut hängt mit ihrer großen Lipoidlöslichkeit zusammen, durch die sie relativ rasch

[57]) Ellinger S. 961.

[58]) Stroß, Wiechowski cit. nach. Gottlieb im Handbuch d. ges. exp. Pharmakol. und Toxikol. von Heffter Bd. I S. 1161, 1923.

in die Haut eindringen und die sensiblen Hautnerven erregen, die Gefäße reflektorisch oder direkt beeinflussen und auch zur Resorption kommen. Im Einzelnen unterscheiden sich ihre Wirkungsbilder, was wohl bis zu einem wesentlichen Teil von einem unterschiedlichen Eindringungsvermögen abhängig ist. So wird durch die besonders flüchtigen Senföle, die bei nicht zu starker Dosierung nicht nur sehr rasch eindringen, sondern auch einigermaßen rasch wieder verschwinden, akute Hyperämie erzeugt (Poulson[59], Gessner[60]). Langsamer, weniger heftig aber dauerhafter wirkt dagegen Terpentinöl (Heinz[61]). Auch das Menthol macht durch die gesunde Haut hindurch sowohl ein durch Erregung der Temperaturnerven zustande kommendes Kältegefühl, wie auch bei stärkerer Anwendung Hyperämie (Brandl[62]), Binz[63]), Goldscheider[64]), Heubner[65]). Bezüglich der bekannten Wirkung des Phenols auf die äußere Haut sei auf eine Besprechung im Handbuch der experimentellen Pharmakologie von Hefftер[66]) (vgl. die Arbeit von Rosenberger und Husemann) verwiesen. Herausgehoben sei nur als Charakteristikum des Phenols eine anästhetische Wirkung an der Applikationsstelle, wobei die maximale Tiefe der Anästhesie nach 15—20 Minuten erreicht wird. Ebenfalls anästhetische Wirkung besitzt das Menthol und Eugenol, was wohl auch für ihre entzündungswidrige Wirkung verantwortlich ist.

Die hyperämisierende Wirkung der ätherischen Oele auf die Haut wird therapeutisch in größtem Umfange angewandt zur Einwirkung auf die gesunde oder kranke Haut selbst wie auch zur Behandlung in der Tiefe liegender rheumatischer oder chronisch entzündlicher Prozesse. Die Anwendung geschieht in sehr verschiedener Weise: als Bäder (Fichtennadel-, Mentholbad), als Waschungen (Lavendelwasser), Einreibungen, Salben, Kataplasmen, Pflaster.

b) Wirkungen auf die Schleimhäute

Die Wirkung auf die Schleimhäute entspricht in den Grundzügen den Wirkungen auf die äußere Haut, nur daß infolge der größeren Empfindlichkeit Wirkungen niederer Konzentrationen, vor allem auch schon die

[59]) Poulsson, S. 280 ff.
[60]) O. Geßner, S. 190 ff.
[61]) Heinz, Münchn. med. Wochenschr. Nr. 21, S. 636, 1923.
[62]) J. Brandl, Zeitschr. f. Biologie 29, 290 ff, 1893.
[63]) C. Binz, Archiv f. d. ges. Pharmakol. und Pathol. 5, S. 122, 1875.
[64]) Goldscheider, S. 331.
[65]) Heubner, Archiv f. exp. Pathol. und Pharm. 96, S. 330, 1923.
[66]) Heffter, S. 896.

Wirkung auf die Sensibilität zu deutlicheren reflektorischen Folgeerscheinungen führt. Man wird im Allgemeinen davon ausgehen müssen, daß die therapeutischen Absichten allein schon durch diese funktionellen reflektorischen Wirkungen vielfach ausreichend erfüllt werden. Dies gilt nicht nur für die hyperämisierende und sekretionssteigernde Wirkung der in den Zahnpasten und Gurgelwässern zur Verwendung kommenden ätherischen Oele, sondern wohl auch für ihre Anwendung als Expektorantien, Stomachica und Carminativa. Bei all diesen Fällen kommt sicherlich der Geruchs- und Geschmackswirkung der Oele eine entscheidende Bedeutung zu. Auch die galletreibende, vor allem aber auch die diuretische und diaphoretische Wirkung ist wohl nur zu einem Teil auf eine lokale Ausscheidungsanregung durch die Oele selbst anzusehen. Ganz wesentlich dürfte vielmehr dabei die Magen-Darmwirkung der Oele entscheidend sein, die zu einer beschleunigten Resorption von Flüssigkeiten aus dem Darm und damit zu einer indirekten Förderung der Ausscheidung über die Hydrämie führt.

Über die näheren Verhältnisse der Gefäßwirkung ätherischer Oele geben Versuche von W. Schmid[67]) und A. Schmid[68]) Auskunft, die an der Froschpfote die quantitativen und zeitlichen Verhältnisse der Exsudatbildung und ihre Beziehung zu den Veränderungen der Blutströmung untersucht haben. Frl. Stälin untersuchte in ihrer Dissertation die bei der gleichen Einwirkung eintretenden histologischen Veränderungen vor allem im Hinblick auf das Verhalten der weißen Blutkörperchen. Was die Wirkung auf die Schleimhäute im Einzelnen anlangt, so liegen darüber folgende Feststellungen in der Literatur vor:

Wirkungen auf die oberen Luftwege:

Hier ist besonders die Anwendung einzelner ätherischer Oele als Riech- und Nervenberuhigungsmittel bekannt. Nach Schmiedeber[69]) bewirken die ätherischen Oele eine reflektorische Verlangsamung der Atmung bis zum Atemstillstand durch Exspirationskrampf. Eine Folgeerscheinung ist die starke Erregung der betreffenden Funktionsgebiete. Darauf beruht die Anwendung scharf riechender Oele, z. B. Senföl bei Ohnmachten. Die exspektorierende Wirkung der ätherischen Oele ist noch

[67]) W. Schmid, Über Messungen der Exsudatbildung bei chem. Entzündungen, Inaug.-Diss. Tübingen, 1933.
[68]) A. Schmid, Die percutane Chlorabgabe am Frosch nach chem. Einwirkungen, Inaug.-Diss. Tübingen, 1936.
[69]) Schmiedeberg, Pharmakologie S. 263, 1902.

unvollkommen bekannt. Nach Tappeiner[70]) und Wasicky[71]) wirken besonders Ol. Therebinthinae, Ol. Pin-Pumilion. Ol. Myrrthae in größeren Dosen sekretionsbeschränkend und desoderierend, während Ol. Anisi und Ol. Foeniculi bei ihrer Ausscheidung an der Bronchialschleimhaut vermehrte Sekretion mit gleichzeitiger leichter Desinfektion des Sekretes bewirken sollen. Ol. Thymi soll reflektorisch eine schwach beruhigende Wirkung auf das Hustenzentrum haben. Bekannt ist seine Anwendung bei Keuchhusten. Über die Einwirkung auf das Flimmerepithel vgl. Abschnitt 11,7. Auf die Bedeutung der ätherischen Oele für die Inhalationstherapie sei hier nicht näher eingegangen, sie wird in einer Dissertation von Vogt behandelt werden.

Wirkungen auf den Magen-Darmkanal

Die ätherischen Oele sind als Stomachica viel verwendet und therapeutisch anerkannt. Schon durch ihren Geruch steigern sie reflektorisch die Sekretion der Speicheldrüsen und des Magensaftes. Als Geschmackskorrigentien und Amara werden aufgezählt, Menthol, Folia Melissae, Fructus Carvi, Fructus Foeniculi, Fructus Anisi, Fructus Vanillae, Radix Gentianae, Herba Absinthii u. a. (Tappeiner[72]), Wasicky[73]). Nach Poulson[74]) wird der chemische Teil der Magenverdauung nicht gefördert, da die ätherischen Oele als Antiseptica nicht nur abnormen Gärungen entgegenwirken, sondern auch die Pepsinwirkung verzögern. Ihre karminative Wirkung liegt vermutlich in einem schwach narkotischen Einfluß, wodurch hinderliche Darmkontraktionen gelockert werden. Im Gegensatz dazu nimmt Plant[75]) an, die Ursache der karminativen Wirkung liege in verstärkten Muskelbewegungen des Verdauungskanales. Dadurch werde eine Tonussteigerung und eine Vermehrung der rythmischen Kontraktionen hervorgerufen. Möglicherweise soll auf die erste Steigerung der Muskelaktivität ein Absinken im Tonus und in der Amplitude der rythmischen Kontraktionen folgen. Es ist also eine Wirksamkeit auf die glatte Muskulatur vorhanden, die besonders dem Kampher zugesprochen wird, der die glatte Muskulatur lähmt und ein Erlahmen der Darmperistaltik herbeiführt. (Handbuch der experimentellen Pharmakologie Heff-

[70]) Tappeiner, Arzneimittellehre S. 174, 1910.
[71]) Wasicky S. 130 ff.
[72]) Tappeiner S. 53, 60.
[73]) Wasicky S. 167.
[74]) Poulsson S. 281.
[75]) O. H. Plant, Journ. of Pharmacol. a. exp. Therap. Bd. 16, 4, S. 311, 1920.
[76]) Heffter, S. 1161.

ter[76]). Ebenso wirken Menthol und Anethol, woraus Wiechowski[77]) schließt, daß die Wirkung der ätherischen Oele als Carminativa auf der Beseitigung von Darmspasmen beruht. Auch Ol. Allii soll eine Spasmen-lösende Wirkung besitzen (Gessner[78]). Bezüglich der Wirkung auf die Fermente siehe Abschnitt II, 1. Ob die Fermentwirkung in Wirklichkeit eine wesentliche Rolle spielt, steht noch nicht fest.

Wirkungen auf die Galle:

Eine spezifische Wirkung als Cholagoga wird einigen ätherischen Oelen zugeschrieben. Nach Heinz[79]) kommt vor allem dem Rettichsaft und dem Pfefferminzöl diese Eigenschaft zu, wofür er als Ursache die überaus große Lipoidlöslichkeit angibt. Zudem verleiht das Menthol, wenn es in der Galle ausgeschieden wird und in hohen Dosen zur Anwendung gelangt, dieser antiseptische Kraft. Thymol, Phenol und Guajakol haben sich experimentell auch als Cholagoga erwiesen (Petrowa)[80]). Auch bei hohen Dosen von Salicylsäuremethylester (1 g) kann die cholagoge Wirkung zwei Tage andauern (L. Leone[81]).

Wirkungen auf die Harnwege:

Die ätherischen Oele haben auch in Bezug auf die Ausscheidungs-funktionen erhebliche Bedeutung erreicht. Sie wirken besonders fördernd auf die Diurese (ätherische Tees im Volksgebrauch), aber es macht sich bei ihrer Anwendung auf die Harnwege schon in relativ geringen Dosen eine unerwünschte Reizerscheinung bemerkbar. Besonders das Terpentinöl besitzt diese schädigende Eigenschaft. M. Rossiysky[82]) beschreibt Versuche an Hunden, wonach durch Einreibungen von 100 ccm Anisöl Nierenreizungen entstanden. Ebenso wirkt Fenchelöl, während Eukalyptusöl keine sichtbare Wirkung besitzt. Nach Tappeiner[83]) kommen die ätherischen Oele besonders auch bei Entzündungszuständen der Harnwege zur Anwendung. Kubeben, Kopaivabalsam und Sandelholzöl sind für den Harn von großer antiseptischer Bedeutung und ihre Anwendung erfolgt hauptsächlich bei gonorrhoischer Entzündung der Harnwege (Schmiedeberg[84]). Über die antiseptische Wirkung der ätherischen Oele vgl. 11,3.

---

[77]) Wiechowski, loc. cit.
[78]) O. Geßner, S. 228.
[79]) Heinz, Klin. Wochenschr. Jg. III, S. 205, 1924.
[80]) M. Petrowa, Zeitschr. f. physiol. Chemie 74, S. 429, 1911.
[81]) L. Leone, S. 1000.
[82]) M. Rossiysky, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 105, H. 5/6, S. 766, 1927.
[83]) Tappeiner S. 186.
[84]) Schmiedeberg S. 276.

Wirkung auf die Schweißsekretion:

Im Volksgebrauch finden sich einige ätherische Oele, die als schweißtreibende Tees zur Anwendung kommen. Die Schweiß erzeugende Wirkung wird bei vielen Infektionskrankheiten erstrebt, weil gleichzeitig mit dem Schweiß für den Körper schädliche Stoffe abgeschieden werden. Bei Nierenerkrankungen kann starke Schweißbildung die Tätigkeit der Niere zum Teil ersetzen; bei Oedemen, Exsudaten, Blutergüssen, Glaskörpertrübungen wird eine schnellere Resorption erzielt. Ferner schreibt Tappeiner[85]) der Schweißerregung bei Erkältungen und rheumatischen Erkrankungen eine ableitende Wirkung zu. Diese Anregung auf die Schweißdrüsen ist besonders eine Eigenschaft der Flores Sambuci, Flores Tiliae und Flores Chamomillae. Wie diese Substanzen im Einzelnen wirken, ist noch nicht bekannt. Dagegen soll Oleum Salviae nach klinischer Bestätigung die Nachtschweiße Tuberculöser hemmen, obwohl man mit dem Oel auch Schweißausbruch erzeugen kann (Gessner[86]).

c) Lokale Wirkung auf entzündliche Prozesse.

Über die durch Hyperämisierung zustande kommende Beeinflußungen entzündlicher Prozesse ist bereits in der Einleitung des Abschnittes und bei den Wirkungen auf die äußere Haut einiges gesagt. Hier sei von der gewissermaßen gegensätzlichen Wirkung des Kamillenöls, seiner wie es scheint unmittelbar entzündungswidrigen Wirkung gesprochen. Nach B. Krüger-Nielsen[87]) wirkt das Kamillenöl bei einer unteren Grenzkonzentration von 0,01% entzündungshemmend. Er fand in einer bestimmten Konzentration Verengerung der Arterien, niemals aber der Kapillaren. Unter verschiedenen Bedingungen ist es jedoch dann gelungen, durch Kamillenöl die Kapillaren zu erweitern und dadurch eine bessere Gewebsdurchblutung mit verbesserter Schlackenabfuhr zu erzielen. Eine Folge davon ist die Steigerung der lokalen Abwehrkräfte in den entzündlich veränderten Geweben (vgl. dazu auch die Arbeit von W. Arnold[88]), Heubner und F. Grabe[89]). Über die Einwirkung von Guajakol und Latschenöl auf tuberkulöse Entzündungen berichtet A. Seidel[90]) und Meyer-Gottlieb[91]).

---

[85]) Tappeiner S. 178 ff.
[86]) O. Geßner, S. 206.
[87]) B. Krüger-Nilsen, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 174, S. 197, 1934.
[88]) W. Arnold, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 123, S. 129, 1927
[89]) Heubner u. Grabe, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 171, S. 329, 1933.
[90]) A. Seidel, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 12, S. 194, 1880.
[91]) Meyer-Gottlieb, Exp. Pharmakol. S. 482, 1933.

Die entzündungshemmende Wirkung nach Injektion kleiner Mengen ätherischer Oele beruht nach Winternitz[92] auf einer rascheren Lymphableitung aus dem entzündeten Gewebe, oder auf einer Beschleunigung der Blutzirkulation, oder auf der Erweiterung einzelner Partien des Blutstromgebietes.

d) Lokale Wirkungen bei Injektionen ins Gewebe.

Für die Lokalwirkungen im Gewebe steht neben der allgemeinen entzündungsmachenden Wirkung bei einigen ätherischen Oele eine leukocytenlockende Wirkung im Vordergrund. Die größten Erfahrungen liegen über die subkutane Injektion von Terpentinöl vor. Schon Pohl[93]) und Winternitz[92]) fanden nicht nur bei Anwendung des Terpentinöls, sondern auch von Pinen, Sandelöl, Kopaivabalsam, Kubebenöl, Fenchel- und Nelkenöl Entzündungsherde bis zu Eiterungen an der Injektionsstelle und brachten eine Lymphzellenvermehrung und Leukocytose im Blut und Temperatursteigerungen damit in Zusammenhang. Sterile Eiterungen bei Tieren waren im Allgemeinen nach Injektion kleiner Mengen ätherischer Oele geringer als bei Kontrolltieren ohne solche Injektion. Nach Versuchen von Burmeister[94]) ergab unfiltriertes Zimtöl nach subkutaner Injektion von 4 Tropfen eine stärkere Leukocytose als nach Vermischung und Filtration mit 4 ccm Ringerlösung, wobei eine örtlich entzündliche Reaktion auftrat. Eine noch stärkere Leukocytose ergab sich durch 10 Tropfen Terpentinöl, die schon nach 2 Stunden begann. Diese Wirkung wurde noch durch 10 Tropfen Zimtöl übertroffen, dabei bildete sich ein Abszess an der Injektionsstelle, der erst nach 3 Tagen zurückging.

Auch Senföl, Ol. Juniperi, Ol. Arnikae und Ol. Allii bewirken an der Applikationsstelle Entzündung bis zur Quaddel- und Blasenbildung (Gessner[95]). Menthol und Kampher erzeugt dagegen nur Rötung und sensible Reizung (Gottlieb[96]). Bei subkutaner Anwendung von Phenol zeigt sich eine dunkelbraune Quaddelbildung mit ödematösem Wall, während die Haut weiß und runzelig wird und schrumpft (Heffter[97]). Da die Leukocytosen mit lokalen Entzündungserscheinungen einhergehen, liegt die Ursache für die Steigerung der Leukocyten wohl nicht in einer

---

[92]) Winternitz, Arch. f. exp. Pathol. und Pharmakol. 35, S. 88, 1895.
[93]) R. Pohl, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 25, S. 51, 1889.
[94]) Burmeister, Berlin. klin. Wochenschr. Jg. 58, Nr. 48, S. 1407, 1921.
[95]) Geßner, S. 94, 96, 207, 228.
[96]) Gottlieb, S. 1152.
[97]) Heffter S. 896.

positiv chemotaktischen Leukocytenvermehrung, sondern es scheint diese vielmehr eine Antwort auf andersartige Zellschädigungen zu sein. Es handelt sich wahrscheinlich um unspezifische chemisch-physikalische Zellveränderungen, in deren Gefolge bestimmte Abbauprodukte entstehen, welche zu erhöhten Zelleistungen Anlaß geben. Diesem gegenüber stehen die Ansichten von Richter und Spirox[98]), die der Leukocytose einen Reiz auf die blutbildenden Organe zugrunde legen, da nach Milzexstirpation die Wirkung wesentlich herabgesetzt ist. Heinz[99]) nimmt als Ursache der Leukocytenvermehrung eine Reizung des Leukoblastengewebes im Knochenmark an, das dadurch zu vermehrter Tätigkeit angeregt werde. Letzteres wird von Camerer[100]) bestätigt. Klingmüller[101]) griff die Terpentinöltherapie von neuem auf. Er verwandte 20%iges Terpentinöl 1/4 ccm subkutan injiziert. Bei größeren Dosen ergaben sich lokale Reizerscheinungen, bisweilen sogar Abszesse, die aber stets gutartig verliefen. In der Regel zeigte sich an der Injektionsstelle nach 6—12 Stunden Rötung, Schwellung und hernach Abschuppung. Temperatursteigerungen waren nicht jedes-Mal zu beobachten. Besonders bewährt hat sich die Terpentinöltherapie bei Pyodermien, Ekzem, Akne vulgaris, Trichophytie, Furunkulose u. a. Camerer[102]) und Karreth[102]) verwandten das Terpentinöl in solcher Konzentration, daß „Terpentinölabszesse" auftraten und haben gute Erfolge damit erzielt, besonders bei septischen Prozessen. Karreth[102]) führt diese Erfolge zum Teil auf die infektionswidrige Kraft des Terpentins, zum Teil auf eine andersartige Wirkung des Terpentins zurück. Wird Cymol und Anethol ins Gewebe gebracht, so entstehen sehr starke Infiltrationen, die schnell bis zur aseptischen Eiterung fortschreiten.

11. Allgemeinwirkungen der ätherischen Oele.

Die resorptive Allgemeinwirkung der ätherischen Oele ist sehr vielgestaltig, andererseits sicherlich auch zum Teil spezifisch für einzelne Oele. In der Literatur finden sich bisher mit wenigen Ausnahmen nur recht allgemeine Angaben. Es muß als eine wichtige Aufgabe bezeichnet werden, die qualitativen und quantitativen Unterschiede der resorptiven Allgemeinwirkungen der ätherischen Oele festzustellen. In therapeutischer Beziehung sind hauptsächlich die verschiedenen Veränderungen im strömenden Blut

[98]) Richter, Spiro, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 34, S. 288, 1894.
[99]) Heinz, loc. cit.
[100]) Camerer, Klin. Wochenschr. Jg. 16, Nr. 8, S. 264, 1937.
[101]) Klingmüller, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 41, S. 1294, 1917.
[102]) R. Karreth, Klin. Wochenschr. Jg. 15, Nr. 36, S. 1274, 1936

untersucht worden. Über Stoffwechselwirkungen und zentralnervöse Beeinflussungen, wie man sie vielleicht auf Grund der Volksmedizin erwarten sollte, liegen genauere Feststellungen an Menschen oder Tieren nicht vor.

Im allgemeinen Wirkungsbild spielen in therapeutischer wie in toxischer Hinsicht die Wirkungen der ätherischen Oele auf die Ausscheidungsorgane eine Hauptrolle. Diese Wirkungen sind bereits in Abschnitt II 8 b erörtert.

Auch die toxikologischen Feststellungen ergeben bisher nur ein sehr allgemeines Bild, das man nach Pohl[103]) folgendermaßen gliedern kann:

1. Erregung der Zentren und der Medulla oblongata, der eine Schädigung und Lähmung derselben nachfolgen kann (Terpentinöl).
2. Primäre Lähmung der Zentren. Dadurch wird die Reflexerregbarkeit herabgesetzt z. B. bei der Zimtsäure.
3. Schwer schädigende Reizwirkungen auf den Magen-Darmkanal und die Nieren (Allylsenföl u. a.).
4. Erregende oder lähmende Erscheinungen am Warmblüterherz (gilt speziell für den Kampher).
5. Verfettung der parenchymatösen Organe.

Diese Wirkungen sind in hohem Maße von der Dosierung abhängig. Bei geringen Gaben kann die lähmende, bei hohen Gaben die erregende Komponente überwiegen.

Im Einzelnen mögen folgende Angaben erwähnt werden:

a) Wirkung auf das Blut.

Über den Einfluß auf die Blutviskosität liegt die Angabe über Phenol vor, wonach Phenol in einer Konzentration von 0,25—0,5% in einer 0,7%igen Kochsalzlösung die Blutgerinnung um ein Geringes hemmt, wobei auch die Blutviskosität vermindert wird. Daß die in vitro zu beobachtende Methämoglobinbildung durch verschiedene ätherische Oele in vivo nicht beobachtet wird, ist bereits erwähnt.

Als wichtigste Allgemeinwirkung der ätherischen Oele ist heute noch der Einfluß auf Leukocyten anzusehen. Im strömenden Blut kann sowohl Leukocytose wie Leukopenie eintreten. Meistens erfolgt das erstere, wobei diese Wirkung nach verschiedenen Applikationsarten in schwächerem oder stärkerem Ausmaß beobachtet wird. Über die Erscheinung der Leukopenie liegen nur sehr spärliche Angaben vor. Danach bewirken nur zwei

[103]) Pohl, S. 352, im Buch der Toxikologie von Starkenstein-Rost-Pohl, 1929

Oele Leukopenie: das Pfefferminzöl, dem C. Binz[104]) diese Wirkung zuspricht, und das Oel aus der Flohkrautminze, das Oleum Pulegii, als dessen Hauptcharakteristikum Bindemann[105]) diese Wirkung bezeichnet. Über die Ursache dieser Wirkung ist noch nichts näheres bekannt. Eigenschaft aller ätherischen Oele ist es, Leukocytose zu verursachen, wobei diese nach Burmeister[106]) mit steigenden Injektionsmengen zunimmt und wobei die intravenöse Injektion die geringsten, die subkutane Injektion die größten Erfolge aufweist. Je kleiner die Resorptions- und Reaktionsfläche ist, desto leichter und intensiver geht die leukocytische Wirkung vor sich. Über die genaueren Ursachen liegen verschiedene Ansichten vor, die bereits im Abschnitt II 10 d besprochen sind.

Über die leukocytäre Wirkung der einzelnen Oele sind folgende Feststellungen gemacht worden: Nach Landerer[107]) bewirkt die Zimtsäure intravenös injiziert (im Gegensatz zum oben Gesagten) sehr starke, nach subkutaner Injektion dagegen nur schwache Leukocytose. Diese Leukocytose ist auch im arteriellen Blut nachgewiesen. Auch die zimtsauren Salze wirken in 5%iger Lösung in die Ohrvenen von Kaninchen injiziert positiv chemotaktisch auf die weißen Blutkörperchen (Charteris, Cathcart[108]), wobei besonders die mononukleären Zellen vermehrt sind, während im menschlichen Blut hauptsächlich die polynukleären Neutrophilen und die Eosinophilen überwiegen. Versuche am Hund mit Anethol 1/4 ccm subkutan injiziert, Vanillin 0,01 g peroral gegeben und Terpentinöl ebenfalls subkutan injiziert ergaben eine starke Leukocytose (Winternitz, Pohl[109]). Karreth[110]) stellte durch Versuche an Kaninchen mit Terpentinöl eine rasche Zunahme der Reticulocyten und Leukocyten fest, wobei diese Wirkung derjenigen bei Terpentinabszessbehandlung gleicht. Dieselbe Wirkung besitzen angeblich auch Ol. menthae pip. und Ol. Juniperi. Desgleichen bewirkt Senföl schon in kleinen Mengen eine 45—145 %ige Steigerung der weißen Blutkörperchen und die gleiche Wirkung spricht Winternitz[111]) auch dem Cymol zu.

b) Andere Allgemeinwirkungen.

Die anderen Allgemeinwirkungen sollen nach den einzelnen ätherischen Oelen bezw. deren Inhaltsstoffen geordnet berichtet werden.

---

[104]) C. Binz, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 5, S. 122, 1875.
[105]) Bindemann, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 42, S. 356, 1899.
[106]) Burmeister, loc. cit.
[107]) Landerer, Berlin. Klin. J. 153, S. 4, 1901.
[108]) Charteris, Cathcart, Jahresber. f. Tierchem. 34, S. 182, 1904.
[109]) Winternitz, Pohl, loc. cit.
[110]) Karreth, loc. cit.
[111]) Winternitz, loc. cit.

Phenol wird besonders durch den Magendarmkanal sehr rasch resorbiert, es kann aber auch von offenen Wunden aus, durch subkutane Injektionen, durch die intakte Haut und sogar durch die Lungen aufgenommen werden, denn nach Phenolinhalationen wurden schon Schwindel- und Ohnmachtsanfälle beobachtet. Nach hohen Dosen, bei denen der Tod schon nach wenigen Minuten erfolgt, verfallen die betreffenden Menschen in einen rauschartigen Zustand, erbrechen und verlieren schnell das Bewußtsein. Dabei sind die Extremitäten gelähmt und die Reflexe erloschen (A. Ellinger[112]). Bei der chronischen Vergiftung, dem Karbolmarasmus, findet sich eine fahle Hautfarbe, Hautjucken, Schlaflosigkeit, morgendlicher Brechreiz, Schweregefühl in den Beinen, erhöhte Schweißsekretion, Druckgefühl in der Nierengegend, Mattigkeit, Hustenreiz, Kopfschmerzen, verminderter Appetit. Außerdem soll anfangs häufig Albuminurie bestehen, woraus öfters chronische Nephritis mit tödlichem Ausgang folgt (Küster, Czerny, Jacksch[113]). Das charakteristische Bild der klonischen Zuckungen und Krämpfe, wie es bei Tieren auftritt, fehlt beim Menschen vollkommen. Im Gegensatz zu dem resorptiven Erscheinungsbild durch Kampher sehen wir bei der Phenolvergiftung vorwiegend das Bild der Lähmungen am Menschen.

Bei den verschiedenen Vergiftungsbildern durch die Phenolabkömmlinge Thymol, Anethol, Anisol, und Phenetol lassen sich bestimte Wirkungen auf die Phenolgruppe zurückführen. Am Menschen fand Ellinger[114]) nach Aufnahme von 1—2 g Thymol Magenbrennen, Druck im Epigastrium, Erbrechen und schließlich Tod durch Atemlähmung, während er keinerlei Krämpfe beobachten konnte.*)

Das Anethol ist auch in relativ hohen Dosen ein ziemlich ungiftiger Stoff. Nach Gaben von 2 g beobachtete Giakosa[115]) ein allgemeines Symptomenbild: Störungen des Appetits, Schweregefühl im Magen, Kopfschmerzen und einen leichten Rauschzustand.

Ausgeprägtere Symptome finden sich nach der Resorption von Anisol und Phenetol. Diese beiden Substanzen sind in pharmakologischer und chemischer Beziehung eng miteinander verknüpft. Ellinger[116]) beschreibt Versuche, wonach am Frosch nach Dosen von 0,02—0.1 ccm Anisol oder Phenetol allmählich zunehmende intensive Lähmungserscheinungen auftraten.

---

[112]) A. Ellinger, S. 902.
[113]) Küster, Czerny, Jacksch, S. 913.
[114]) A. Ellinger, S. 930.
*) Schwere Thyreotoxikosen nach Thymolhaltigen Zahnpflegemitteln beobachtete Edens.
[115]) P. Giakosa S. 957
[116]) A. Ellinger, S. 955.

Diese Lähmungen sind reversibel; während sie wieder zurückgehen, treten klonische Zuckungen wie nach Phenolgaben auf. Nur bei sehr großen Dosen erfolgt der Tod im Narkosestadium. Diese eben beschriebenen Wirkungen der beiden Substanzen hängen wohl mit ihrer Veränderung im Organismus zusammen, was im folgenden Kapitel ausführlicher erörtert wird. Danach sei der entstehende Äther für die narkotische Wirkung, das Phenol für die motorischen Reizerscheinungen verantwortlich zu machen.

Eine toxisch erregende Wirkung wird besonders dem Terpentinöl zugeschrieben. Nach Resorption größerer Mengen tritt Erregung des Zentralnervensystems auf, Blutdrucksteigerung, beschleunigte Atmung, Steigerung der Reflexe (Poulsson[117]). Nach sehr großen Dosen erfolgt Benommenheit, Schlaf, Bewußtlosigkeit, Krämpfe, Exitus im Koma. Terpentinöl verursacht also ausgesprochene zentrale Erregungssymptome. Dieselben Symptome verursacht auch das dem Terpentinöl nahestehende Oleum Juniperi (Gessner[118]).

Über Oleum Macidis berichtet Kobert[119]) von einer typischen Lähmung auf die Muskulatur des Frosches. Es erfolgte der Exitus unter fortwährender Abnahme der Muskelleistungen.

Über die toxischen Erscheinungen des Benzaldehydes herrscht noch keine Klarheit. Während Cohn[120]) bei seinen Versuchen keine Vergiftungserscheinungen beobachten konnte, beschreibt Kobert[121]) am Kaninchen zentrale epileptiforme Krämpfe nach größeren Dosen. Nach Ellinger[122]) hängen diese Krämpfe vielleicht davon ab, ob die im Organismus entstehende Benzoesäure genügend entgiftet werden kann oder nicht.

Die Resorption von Salicylsäuremethylester kann sowohl von der Haut aus wie durch Einatmen der Dämpfe erfolgen. Die dabei auftretenden Wirkungen wurden durch Versuche an Hunden festgestellt. Ellinger[123]) fütterte die Hunde mehrere Tage lang mit großen Dosen Salicylsäuremethylesters. Hernach beobachtete er Magenreizungen, Erbrechen, Verlust des Appetits, Tod durch fortschreitende Erschöpfung. In den ersten Stunden erfolgte ein geringer Temperaturanstieg, der aber bald wieder zurückging. Puls und Atmung waren herabgesetzt, hernach beschleunigt infolge Reizung des Respirationszentrums.

---

[117]) Poulsson S. 303.
[118]) O. Geßner, S. 196.
[119]) Kobert, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 15, S. 47, 1882.
[120]) R. Cohn, Zeitschr. f physiol. Chemie 14, S. 203, 1889.
[121]) Robert, cit. n. dem Handbuch der Toxikologie von Kunkel Bd. I S. 551, 1901.
[122]) A. Ellinger, S. 1018.
[123]) A. Ellinger, S. 1000.

Nach Anwendung von Salicylaldehyd an Hunden, Kaninchen und Ziegen berichtet Marmé[124]) über vom Rückenmark ausgehende Convulsionen, neben lokalen Reizerscheinungen. Der Tod trat durch Synkope oder Asphyxie ein.

Über die toxischen Wirkungen aromatischer Säuren findet sich nur eine Angabe von Harras[125]) über die Erscheinung nach Zimtsäure-Verfütfütterung. Er beschreibt einen Versuch am Frosch mit 0,06—0,1 g Natrium cinnamylicum, bei dem eine allmählich fortschreitende Schwäche, Verminderung der Reflexerregbarkeit und motorische Lähmung auftrat. Auch die Atmung und Herzaktion wurde langsamer bis zum völligen Stillstand.

Vanillin und Piperonal zeigen ebenfalls resorptive Erscheinungen. Nach subkutaner Injektion von Vanillin traten an der Ratte und am Meerschweinchen Lähmungen ohne Krämpfe und ohne Zittern mit nur vereinzelten Muskelzuckungen auf (Ellinger[126]). In Selbstversuchen von Schultz[127]) verursachten Dosen bis zu 1 g keine Störungen. Dieselben Wirkungen zeigt auch Piperonal. Dabei ist diese Substanz noch weniger giftig.

Über die toxischen Wirkungen des Kamphers sind in der Literatur sehr viele Selbstversuche beschrieben, so daß wir uns hievon ein klares Bild machen können: es treten zunächst psychische Erregungssymptome auf, die sich mit denen nach Alkoholabusus vergleichen lassen. Es folgen Bewußtseinstrübungen, die nach einigen Stunden zu völliger Bewußtlosigkeit und zu Krämpfen führen. Bei schweren Kampherver giftungen beherrschen in gewissen Zeitabständen auftretende epileptiforme Krämpfe das Bild. Primäre Lähmungserscheinungen wurden nur am Frosch beobachtet. Die Krämpfe sind fast immer reversibel. Auch scheinen Todesfälle nur infolge zu hoher Kamphergaben nicht sicher vorgekommen zu sein (R. Gottlieb[128]). Die Wirkungen auf den Kreislauf sollen hier nicht besprochen werden.

Zur Kamphergruppe gehören noch Menthol und Borneol. Pelacani[129]) beobachtete nach Gaben von beiden Substanzen bei Säugetieren eine Aufhebung der Bewegungen, der Reflexe und Empfindungen. Über primäre Erregungszustände ist nichts bekannt. Baldrian, das in der Hauptsache Säureester des Borneols enthält, verursacht bei Anwendung größerer Dosen zentrale Lähmungen.

---

[124]) W. Marmé, S. 1019.
[125]) P. Harras, S. 1009
[126]) A. Ellinger, S. 1020, vgl. S. 6, 1.
[127]) A. Schultz, Ueber die Wirkungen des Vanillins. Inaug.-Diss. Würzburg 1892.
[128]) R. Gottlieb, S. 1154.
[129]) P. Pellacani, Arch. f. exp. Pathol. und Pharmakol. 17, S. 376, 1883.

Rost[130]) berichtet bei Anwendung von großen peroralen Gaben von Allylsenföl über starke Magenbeschwerden mit Speichelfluß, Erbrechen, Durchfälle, Nierenreizung, allgemeines Zittern und Schwäche, Dyspnoe, Temperaturabfall und schließlichen Kollaps.

Nach Graevenitz[131]) wirken ätherische Oele mit gesättigten Verbindungen weniger toxisch als solche mit ungesättigten Verbindungen; Das Auftreten von Organverfettung hängt von der Stellung der Doppelbindungen in oder zum Kern ab.

12. Veränderung der ätherischen Oele im Körper und ihre Ausscheidung.

Die Veränderung der ätherischen Oele im Organismus steht naturgemäß in Zusammenhang mit der Natur ihrer Bestandteile. Als aromatische Substanzen werden sie nicht vollkommen verbrannt, sondern nur mehr oder weniger weit oxydiert. Ihre Ausscheidung ist aber wahrscheinlich nicht nur von ihren chemischen, sondern auch ihren physikalischen Eigenschaften abhängig. Als Ausscheidungsstellen kommen im Wesentlichen Niere, Darm, Lunge und Schweißdrüsen in Frage*). In Lunge und Schweißdrüsen und vielleicht auch Darm (wohl besonders durch die Galle) werden die Substanzen zum Teil unverändert ausgeschieden, durch die Niere gehen sie sicherlich größtenteils in wasserlöslichen Verbindungen mit den bekannten Paarlingen aromatischer Substanzen, Glykokoll und Schwefelsäure ab. In den Harnwegen kann unter Umständen wieder Spaltung eintreten und so eine lokale Wirkung zum Vorschein kommen wie sie im Abschnitt II, 10b besprochen worden ist.

Phenole werden hauptsächlich als Äther-Schwefelsäuren, andere Zersetzungsprodukte aromatischer Substanzen in Paarung mit Glykokoll (z. B. Benzaldehyd) ausgeschieden.

Terpenalkohole und Terpenketone verlassen mit Glukuronsäure gepaart den Organismus. Bei den ungesättigten Verbindungen (Pinen, Sabinen) (Oswald[132]) wird die Doppelbindung nicht angegriffen. Befindet sich aber eine Doppelbindung in der Seitenkette, so findet hier eine Oxydation statt. Bei rektaler Anwendung der ätherischen Oele sollen sie zum größten

[130]) Rost, S. 115.

[131]) Graevenitz S. 352 im Buch d. Toxikologie von Starkenstein-Rost-Pohl, 1929.

*) Nach Liljestrand werden Ol. Pimpinellae, Ol. Anisi, Ol. Thymi durch die Lungen ausgeschieden und teilen der Exspirationsluft ihr eigentümliches Aroma mit.

[132]) A. Oswald, Chem. Konstitution und pharmakol. Wirkungen S. 786, 1924.

Teil durch die Lungen ausgeschieden werden (Paffrath, Benecke[133]). Im Einzelnen ist über die Schicksale der ätherischen Oele folgendes bekannt:

Phenol wird soweit der Schwefel reicht als Ätherschwefelsäure ausgeschieden, der Rest verläßt frei oder als Glykuronsäureverbindung den Körper Fromherz[134]). In geringen Mengen kann Phenol zu Hydrochinon und zu Brenzkatechin weiteroxydiert werden, wobei hernach diese beiden Substanzen als gepaarte Verbindungen ausgeschieden werden (Baumann, Külz, Preuße[135]), Schmiedeberg[136]). Bei der Zersetzung des Harns wird Hydrochinon frei und bei der gleichzeitig eintretenden alkalischen Reaktion die Farbe des Harns braunschwarz. Nach Kunkel[137]) zeigt der Harn schon $^1/_4$ Stunde nach Aufnahme des Phenols deutliche Karbolreaktion. Die Hauptmenge des Phenols hat den Körper nach 4—5 Stunden wieder verlassen, nach 12 Stunden erscheinen nur noch ganz geringe Mengen. Die Paarung des Phenols mit den betreffenden Säuren findet besonders in der Leber statt, wobei eine vermehrte Gallenabsonderung zu beobachten ist (Embden, Gläßner, Petrowa[138]).

Thymol paart sich im Körper mit Glykuronsäure und Schwefelsäure. Bei Versuchen am Menschen wurden von Blum[139]) folgende Ausscheidungsprodukte des Thymols festgestellt: Thymolschwefelsäure, Thymolhydrochinonschwefelsäure und Thymolglykuronsäure. Nach Beobachtungen von Ellinger[140]) erscheinen ungefähr 30—40 % des eingegebenen Thymols gebunden im Harn, ohne weiter oxydiert zu sein. Nach Dosen von 3 g Thymol wurde eine kleine Menge auf rektalem Wege abgeschieden.

Anethol wird in der Hauptsache durch den Harn ausgeschieden. Dabei riecht der Urin ungefähr 10 Minuten nach Darreichung nach Anis. Nach Kühling[141]) wird ein Teil des Anethols zu einer Isomeren des Eugenols oxydiert und mit Schwefelsäure gepaart abgeschieden. Nur der geringste Teil geht unverändert mit dem Harn ab, während der größte Teil als Anissäure und Anisursäure den Körper verläßt. Kühling[141]), Gia-

---

[133]) H. Paffrath, O. Benecke, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 176, S. 558, 1934.

[134]) Fromherz, Handbuch d. normalen und pathol. Physiologie mit Berücksichtigung d. exp. Pharmakologie von A. Bethe, G. v. Bergmann, G. Embden, A. Ellinger, Bd. V: Stoff- und Energiewechsel, S. 1014, 1928.

[135]) E. Baumann, E. Külz, C. Preuße, S. 899.

[136]) O. Schmiedeberg, loc. cit.

[137]) A. J. Kunkel, S. 529.

[138]) G. Embden, K. Gläßner, M. Petrowa, S. 901, vgl. S. 6, 1.

[139]) Blum, S. 931.

[140]) A. Ellinger, S. 931.

[141]) O. Kühling, S. 958.

kosa[142]). Von Varenne, Roussel und Godeffroy[143]) wurde Anethol auch in der Atmungsluft nachgewiesen.

Phenethol wird im Tierkörper zum Monäthyläther des Hydrochinons oxydiert, der mit Glykuron- und Schwefelsäure gepaart ausgeschieden wird (Kühling[144]), Kossel[145]), Lehmann[146]).

Safrol und Isosafrol treten nach Oswald[147]) dampfförmig mit der Exspirationsluft aus dem Organismus aus oder gehen, soweit dies nicht der Fall ist, in Piperonylsäure über.

Eugenol wird unverändert mit dem Harn ausgeschieden oder geht nach Oswald[148]) Paarung mit Schwefelsäure ein.

Für Geraniol nimmt Oswald[149]) an, daß es als kettenförmiges Terpen im Organismus zu zweibasischen Säuren oxydiert wird.

Menthol wird im Harn mit Glukuronsäure gepaart ausgeschieden (Oswald[150]), außerdem besitzt es die spezifische Eigenschaft, auch mit der Galle abgeschieden werden zu können.

Guajakol verläßt nach Dronke[151]) und Eschle[152]) zum größten Teil innerhalb der nächsten 24 Stunden als Ätherschwefelsäure den Körper. Die Absonderung ist besonders in der Nacht sehr groß. Bei toxischen Dosen wird die Substanz als Kaliumsalz des Guajakolschwefelsäureesters durch die Nieren ausgeschieden. Nach Oswald[148]) dagegen wird Guajakol als eine Verbindung mit Wasser und Glukuronsäure abgeschieden, nur ein geringer Teil wird zu Pyrogallol- und Oxyhydrochinon oxydiert.

Piperonal kann unverändert ausgeschieden werden (Wimmer[153]), oder als ungepaarte Piperonylsäure, die Hefftер[154]) im Harn von Kaninchen nachweisen konnte.

Citral kommt in zwei Isomeren vor. Die eine kommt als Glykuronsäureverbindung, die andere als Dikarbonsäure zur Abscheidung (Hildebrandt[155]).

[142]) P. Giakosa, loc. cit.
[143]) Varenne, Roussel, Godefroy, loc. cit.
[144]) Kühling, S. 957.
[145]) A. Kossel, Zeitschr. f. physiol. Chemie 4, S. 296, 1880
[146]) V. Lehmann, Zeitschr. f. physiol. Chemie 13, S. 181, 1888.
[147]) Oswald, S. 777.
[148]) A. Oswald, S. 777.
[149]) A. Oswald, S. 287.
[150]) A. Oswald, S. 757.
[151]) F. Dronke: Berlin. klin. Wochenschr. Nr. 4, S. 98, 1891.
[152]) Eschle, Zeitschr. f. klin. Med. 29, S. 197, 1896.
[153]) O. Wimmer, Weitere exp. Untersuchungen über das Piperonal. Inaug.-Diss. Berlin 1887.
[154]) Hefftер, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 35, S. 349, 1895.
[155]) Hildebrandt S. 1029 ff.

Benzaldehyd wird im Organismus zu Benzoesäure oxydiert (Fromherz[156]), diese paart sich mit Glykokoll und wird als Hippursäure ausgeschieden (Wöhler, Frerichs[157]). Beim Hund wurde von v. Mering[158]) und Siebert[159]) auch Paarung mit Glykuronsäure festgestellt. Diese Paarung erfolgt wahrscheinlich teils mit Benzoesäure zu Benzoeglykuronsäure, teils mit durch Reduktion entstandenem Benzylalkohol.

Vanillin geht nach Preuße[160]) im Körper in Vanillinsäure über.

Über die Abscheidung des Salycylaldehyds herrscht noch keine Klarheit. Nach Wöhler, Frerichs, und Marmé[161]) besteht ein unveränderter Übergang in den Harn, während Baumgarten[162]) nach peroralen Dosen von 5 g in der Hauptsache Salicylsäure, reines Salicylaldehyd aber höchstens in geringen Mengen im Urin vorfand.

Salicylsäuremethylester wird im Körper gespalten. Bei Versuchen am Menschen sah Impens[163]) nach Einreibungen in die Haut 9,4 % gespalten im Harn auftreten. Hunde scheiden nach Verfütterung von 5—10 g des Esters etwa 24 % als abgespaltene Salicyl- bezw. Salicylursäure aus, während noch ein gewisser Teil als Methylsalicylesterschwefelsäure abgeht (Baas[164]), ein geringer Bruchteil sogar mit den Faeces zur Abscheidung kommt. Nach subkutaner Injektion von Salicylsäuremethylester am Meerschweinchen wurden reichliche Mengen in der Ausatmungsluft gefunden.

Die Veränderung und Ausscheidung des Kamphers aus dem Organismus war der Gegenstand sehr vieler Versuche. Wiedemann[165]) gelang es dann, als Ausscheidungsprodukt die Kampherglykuronsäure zu zu finden. Andere Terpene wie Borneol, Fenchon, Pinen, Camphen, Phellandren, Sabinen, Sabinol, Thujon, werden ebenfalls (wie schon erwähnt) als gepaarte Glykuronsäuren abgeschieden (Fromm, Hildebrandt[166]), Clemens[167]). Zu dieser Paarung müssen die Kohlenwasserstoffe und Acetone erst durch Oxydation einer Methengruppe in die entsprechenden Alkohole übergeführt werden. Campherabkömmlinge, die schon ein Hydro-

---

[156]) Fromherz, S. 1016.
[157]) Wöhler, Frerichs, S. 1018.
[158]) J. v. Mering, Pflügers Archiv für Physiologie 14, S. 274, 1877.
[159]) L. Siebert, Inaug.-Diss. Königsberg 1901.
[160]) C. Preuße, S. 899.
[161]) Wöhler, Frerichs, Marmé S. 1019.
[162]) Baumgarten, Zeitschr. f. exp. Pathol. und Ther. 2, S. 53, 1906.
[163]) E. Impens, Pflügers Archiv für Physiologie 120, S. 1, 1907.
[164]) H. K. L. Baas. Zeitschr. f. physiol. Chemie 14, S. 416, 1890.
[165]) K. Wiedemann, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. 6, S. 230, 1877.
[166]) Fromm, Hildebrandt, Zeitschr. f. physiol. Chemie: 33 S. 579, 1901; 34 S. 385, 1901; 40 S. 251, 1903.
[167]) Hildebrandt, Clemens, Zeitschr. f. physiol. Chemie: 34 S. 385, 1901; 40 S. 251, 1903.

xyl besitzen (Sabinol), paaren sich wahrscheinlich direkt mit Glykuronsäure. Über die Ausscheidung des Kamphers durch die Lungen wird viel berichtet. Tatsächlich aber scheint nur das Pinen in die Exspirationsluft überzugehen (Gottlieb [168]).

Zimtsäure erfährt im Körper eine Oxydation zu Benzoesäure und erscheint im Harn als Hippursäure (Oswald) [169]). Ein geringer Teil kann nach Fromherz [170]) mit Glykokoll gepaart als Cinnamomylglykokoll mit dem Harn abgegeben werden.

Die Ausscheidung des Terpentinöls verleiht dem Harn einen veilchenähnlicher Geruch und macht ihn antiseptisch. Teilweise wurde das Terpentinöl im Harn unverändert nachgewiesen, teilweise entstand im Körper Terpenalkohol, der nachweislich Paarung mit Glykuronsäure einging (Meyer-Gottlieb [171]). Wird Terpentinöl durch Haut oder Schleimhäute resorbiert, so verläßt es in kleinen Mengen durch die Lungen den Körper (Paffrath, Benecke [172]), daher seine Verwendung bei Erkrankungen der Luftwege.

Gaultheriaöl paart sich größtenteils ungespalten mit Schwefelsäure. Dies beruht vielleicht auf leichterer Resorbierbarkeit dieser Verbindung infolge ihrer größeren Wasserlöslichkeit (Oswald [173]).

Nach mittleren peroralen Gaben von Allium beobachtete Lehmann [174]) die Ausscheidung eines Geruchskörpers mit dem Harn, von dem er aber nichts Näheres anzugeben weiß. Dagegen konnte er nach langsamer intravenöser Injektion des Oeles bis über 10 % der eingespritzten Menge in den Faeces nachweisen. In einem anderen Versuch wies er nach Alliumverfütterung Schwefelwasserstoff in der Exspirationsluft nach.

Es ist mir ein Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Haffner für die Überlassung des Themas und für die Unterstützung bei der Ausarbeitung bestens zu danken. Ebenso danke ich Herrn Dr. Schultz für seine Hilfeleistung.

---

[168]) R. Gottlieb, S. 1153.
[169]) A. Oswald, S. 779.
[170]) Fromherz S. 1023.
[171]) Meyer-Gottlieb S. 637.
[172]) Paffrath, Benecke, loc. cit.
[173]) A. Oswald S. 281.
[174]) F. A. Lehmann S. 248.

Anhang.

Tabelle 7.

Therapeutische Anwendung der ätherischen Oele.

Hautreizmittel:

Ol. Sinapis
Ol. Therebinthinae
Ol. Foeniculi
Grasöle
Bergamotteöl
Ol. Rosae
Geraniumöl
Lavendelöl
Ol. Arnikae
Kalmusöl
Ol. Sabinae
Gaultheriaöl
Rosmarin
Laurus

Exspektorantien:

Radix Pimpinellae
Ol. Anisi
Ol. Foenikuli
Ol. Pin. pumil.
Ol. Therebinthinae
Ol. Myrtae
Ol. Eukalypti
Ol. Thymi

Cholagoga:

Menthol
Rettichsaft
Thymol

Diaphoretica:

Flores Sambuci
Flores Tiliae
Flores Chomomillae

Geruchs- und Geschmacks-korrigentien:

Rosenöl
Zitronenöl
Menthol
Ol. Macidis
Ol. Karyophylli
Pericarpeum Citri
Pericarpeum Aurantii
Flores Lavandulae
Folia Melissae
Folia Salviae
Herba Thymi
Fructus Carvi
Fructus Foeniculi
Cortex Cinnamomi
Herba Angelikae
Herba Absinthii
Radix Angelikae
Herba Millefolii

Amara:

Radix Gentianae
Herba Absinthii
Herba Millefolii
Radix Calami

Carminativa:

Ol. Chamomillae
Ol. Carvi
Fructus Koriander
Fructus Foenikulii
Fructus Anisi
Folio menthae piper.
Ol. Salviae

Anthelminthica:

Thymol
Tanacetum vulgare
Rhizoma Filicis

Antiseptica:

bei Wunden:

Champhora
Myrrha
Flores Arnikae

in Mund und Rachen:

Menthol
Ol. Eukalypti
Folia Salviae
Radix Pyretri
Flores Arnikae
Ol. Kaieputi
Ol. pini pumil.

in den Harnwegen:

Ol. Therebinthinae
Ol. Santali
Ol. Copaivae
Fructus Cubebae

im Darm:

Ol. Thymi.

Antispasmodica:

Ol. Valerianae
Ol. Chamomillae

Asa foetida
Borneol
Menthol

Anaesthetica:

Menthol
Eugenol

Diuretica:

Fructus Juniperi
Ol. Therebinthinae
Ol. Petroselini
Radix Pimpinellae
Lignum Sassafras
Radix Levistici
Ol. Phellandrii
Ol. Angelikae
Lignum Guajaki

Leukocytose bewirkende Substanzen

Ol. Sinapis
Ol. Foeniculi
Menthol
Nelkenöl

Tinctura Myrrhae
Ol. Anisi
Ol. Therebinthinae
Vanillin

Emmenagoga:

Herba Sabinae
Cortex Cinnamomi
Thuja occidentalis
Ol. Macidis

Anhydrica:

Ol. Rosmarini
Folia Salviae

Lebenslauf.

Als zweite Tochter des damaligen Finanzsekretärs Eugen Kircher und Frau Frida, geb. Hering, wurde ich am 4. Februar 1914 in Heilbronn geboren. Von 1920—1926 besuchte ich die Grund- und Lateinschule in Freudenstadt, und von 1926—1932 das Gymnasium in Rottweil, woselbst ich im Frühjahr 1932 das Reifezeugnis erhielt. Anschließend studierte ich bis zum Physikum 1934 in Tübingen, je ein halbes Jahr in München und Königsberg, und verbrachte dann die restlichen Semester bis 1937 wieder in Tübingen.